

Descripción y análisis del sistema propulsor, contraincendios y de prevención de la contaminación de un buque remolcador de 27 metros de eslora

Autor: Kevin Santamaria Vicario

Tutor: Manuel Rodríguez Castillo

Facultad Náutica de Barcelona

Diplomatura en máquinas navales

Trabajo Final de Carrera

Febrero - 2012

Índice:

1. Prólogo, pág.5
2. Introducción, pág.6
3. Evolución histórica de los remolcadores, pág.7
4. Tipos de remolcadores, pág.8
 - 4.1 Por funciones o zonas de trabajo, pág.8
 - 4.2 Según el tipo de propulsión, pág. 10
5. Modos de operación y actuación de los remolcadores, pág.17
6. Características generales de un remolcador, pág.21
 - 6.1 Características del remolcador que sirve de modelo en el presente trabajo, pág.21
7. Equipo propulsor del remolcador, pág.22
 - 7.1 Motores principales, pág.22
 - 7.2 Transmisión, pág.34
 - 7.3 Propulsores, pág.36
8. Equipo contraincendios del remolcador, pág.39
 - 8.1 Servicio contraincendios interior, pág.40
 - 8.1.1 Bombas contraincendios, pág.40
 - 8.1.2 Colector contraincendios, pág.41
 - 8.1.3 Bocas contraincendios, pág.41
 - 8.1.4 Mangueras contraincendios, pág.42
 - 8.1.5 Conexión internacional a tierra, pág.42
 - 8.1.6 Equipos de extinción de incendios en la sala de máquinas, pág.43
 - 8.1.7 Sistema de extinción fijo de gas, pág.44
 - 8.1.8 Dispositivos móviles lanza espuma, pág.46
 - 8.1.9 Extintores de espuma, pág.46
 - 8.1.10 Detectores contraincendios, pág.47
 - 8.1.11 Dispositivos de extinción de incendios en los espacios de acomodación y de servicio, pág.47
 - 8.1.12 Equipo de bombero, pág.48
 - 8.1.13 Planos de lucha contraincendios, pág.49
 - 8.1.14 Disposición de los medios de evacuación, pág.49

- 8.1.15 Integridad al fuego de mamparos y cubiertas, pág.51
- 8.1.16 Sistema automático de rociadores, pág.52

8.2 Servicio contraincendios exterior, pág.52

- 8.2.1 Monitores contraincendios, pág.53
- 8.2.2 Bomba contraincendios, pág.56
- 8.2.3 Caja de engranajes, pág.57
- 8.2.4 Válvulas, pág.58
- 8.2.5 Sistema de autoprotección, pág.59
- 8.2.6 Sistema de control de monitores, pág.59
- 8.2.7 Bocas contraincendios, pág.60
- 8.2.8 Servicios de acceso, pág.60

9. Equipos de seguridad y salvamento, pág.61

9.1 Embarcaciones de supervivencia, pág.62

9.2 Dispositivos individuales de salvamento, pág.64

9.3 Equipo pirotécnico, lanzacabos y rescatador, pág.69

9.4 Otros dispositivos de salvamento, pág.70

10. Equipos para la lucha y prevención de la contaminación, pág.71

10.1 Planta séptica y tratamiento de basuras, pág.71

10.2 Servicio de lucha contra la contaminación, pág.74

- 10.2.1 Tanques de almacenamiento de aguas oleaginosas, pág.75
- 10.2.2 Cerco lateral, pág.77
- 10.2.3 Skimmer, pág.78
- 10.2.4 Barreras, pág.81
- 10.2.5 Dispersantes, pág.83
- 10.2.6 Absorbentes, pág.84

11. Mantenimiento preventivo de los motores principales, pág.85

12. Mantenimiento del sistema contraincendios, pág.86

12.1 Mantenimiento del equipo contraincendios exterior

- 12.1.1 Bombas contraincendios
- 12.1.2 Colector y bocas contraincendios
- 12.1.3 Mangueras contraincendios
- 12.1.4 Conexión internacional a tierra

- 12.1.5 Equipos de extinción de incendios de la sala de máquinas
- 12.1.6 Extintores y dispositivos móviles lanza espuma
- 12.1.7 Equipos de respiración autónomos
- 12.1.8 Medios de evacuación de emergencia

12.2 Mantenimiento del equipo contraincendios interior

- 12.2.1 Monitores contraincendios
- 12.2.2 Bombas, equipos de abastecimiento y sistema de autoprotección

13. Conclusiones

14. Anexo

15. Anexo de figuras

16. Bibliografía

1. Prólogo:

A lo largo de la historia, el comercio mercantil ha avanzado inexorablemente hasta llegar a ser de vital importancia para el desarrollo de la sociedad en la que vivimos, siendo factible intercambiar y llevar a cabo negocios que han permitido importar y exportar infinidad de productos a cualquier lugar del planeta.

El transporte de mercancías a nivel global debido al comercio internacional puede realizarse tanto por tierra, como por mar o usando el transporte aéreo. En este aspecto es donde el transporte marítimo cobra vital importancia ya que con un buque mercante se pueden realizar rutas por todo el planeta ya que una tercera parte de este está cubierto por agua y además es un método de transporte que permite llevar grandes cantidades de carga a un coste reducido en comparación con los demás sistemas de transporte.

El transporte marítimo ha ido evolucionando y cada vez se han construido buques con mayor capacidad de transporte, que necesitan de grandes instalaciones en los puertos mercantes para poder realizar las operaciones de carga y descarga de productos. Por lo tanto, para poder facilitar la entrada de estos grandes buques, los puertos han tenido que ir adaptando sus instalaciones y crecer para poder dar cabida a los distintos buques que operan en la zona.

Estos buques mercantes normalmente están diseñados para tener una gran capacidad de carga pero no una gran maniobrabilidad, y es en este punto donde la acción de los buques remolcadores de puerto se torna imprescindible. De esta manera, los remolcadores ayudan a virar y maniobrar a los grandes buques en las bocanas y secciones de los puertos y además con el paso del tiempo, también se han ido especializando en aspectos como la lucha contra la contaminación y sobretodo la extinción de incendios en los recintos portuarios y alrededores.

En este trabajo se quiere recalcar la importancia de los remolcadores de puerto que asisten a grandes buques mercantes en las instalaciones portuarias, y también el estudio y descripción de los sistemas principales de propulsión, los elementos y sistemas para la lucha de extinción de incendios y los elementos para prevenir y luchar contra la contaminación del mar.

2. Introducción:

En este trabajo pretendemos dar una explicación breve y concisa de lo que es un buque remolcador, comenzando por la evolución histórica que estos buques han tenido a lo largo de los años. También se resumirán todos los tipos de remolcadores según las dos siguientes clasificaciones: según su función de trabajo o la zona donde desempeña esa función, así como la clasificación según su tipo de propulsión.

También se realizará una pequeña descripción de los modos de operación de estos buques y trataremos las características principales del remolcador elegido para realizar este estudio en cuestión.

Como se trata de remolcadores de puerto que realizan tareas de remolque para buques mercantes de gran tonelaje es importante saber la definición más exacta de remolque. Según la ley 48/03 de Régimen económico y Prestación de servicios de los puertos de interés general, se entiende como servicio de remolque portuario “todo aquel servicio cuyo objeto es la operación náutica de ayuda a los movimientos de un buque, denominado remolcado, siguiendo las instrucciones del capitán del buque, mediante el auxilio de otro u otros buques, denominados remolcadores, que proporcionen su fuerza motriz, o en su caso, el acompañamiento o su puesta a disposición dentro de los límites de las aguas incluidas en la zona de servicio del puerto”.

La autoridad portuaria es la encargada de regular las condiciones en las que se realizará el servicio de remolque.

Aunque muchos buques han mejorado sus sistemas propulsivos y su maniobrabilidad, todavía sigue siendo imprescindible la actuación de los remolcadores por temas de necesidad y de confianza en las maniobras realizadas en puerto. Además del remolque portuario, también existe otro tipo de remolque como es el oceánico. Este tipo de remolque no desvirtúa ni anula el servicio de tracción de un remolcador de puerto, pero la morfología de los buques y los aspectos relacionados con la seguridad marítima son completamente distintos entre los tipos de remolcadores que operan en puerto y los de altura que operan en mares y océanos

En la segunda parte del trabajo se describe y analiza la parte del sistema propulsor del buque con todos los elementos y actuadores que se encuentran a bordo. También se hace un análisis exhaustivo del sistema contraincendios del remolcador y de los elementos de abordaje que sirven para prevenir y luchar contra la contaminación marítima.

3. Evolución histórica de los remolcadores:

El uso de remolcadores se remonta a la época de los buques de vela. En sus orígenes era un bote de remos cuya misión era la ayuda en las zonas de difícil acceso para buques que no gozaban de una buena capacidad de maniobra.

Poco a poco, en el siglo XIX, los remolcadores evolucionaron y se fueron elaborando diseños específicos de botes a los cuales se les dotaba de una máquina de vapor accionada mediante palas. Posteriormente la hélice se emplearía como propulsor para el propio buque.

Con el descubrimiento del Motor Diesel se abre una nueva etapa. Este tipo de motor se empieza a emplear en estos buques lo que hace que los remolcadores pasen a ser considerados como un pequeño buque convencional, que tiene una gran potencia para su tamaño, con la cual remolcaba a los grandes buques, empleando su fuerza sobre estos mediante un gancho fijo con los que estos se unían mediante un cabo que aportaba el buque a remolcar.

Pasada la mitad del siglo XX, la evolución del remolcador se produce por la aplicación del propulsor Voith.

Actualmente podemos clasificar los remolcadores en función de su sistema de propulsión, así como la disposición de los mismos de tal modo:

1. Convencional y Azimutal (propulsión a popa)
2. Cicloidal y Azimutal (propulsión a proa, tractor)

La existencia de estos buques está más que justificada, tanto desde la antigüedad, como en la actualidad, debido a la importancia del comercio marítimo mundial, por lo que la actividad de los puertos es elevada y en muchísimas ocasiones, es necesaria la actividad de remolque. Por otro lado, los recientes desastres y accidentes que se han producido y siguen produciéndose en distintos puertos de todo el mundo, justifican la existencia no sólo de dicho buque como remolcador, sino también con otras funciones esenciales para la preservación del medio ambiente (remolcadores de lucha contra la contaminación) así como en caso de accidentes e incendios producidos en un buque (remolcadores contra incendios).

4. Tipos de remolcadores:

Los remolcadores se pueden clasificar en los siguientes dos grupos:

1. según las funciones.
2. según las zonas donde operen.
3. según el tipo de propulsión con el que cuenten.

4.1) Según las funciones:

A) Remolcadores de Lucha contra Incendios:

Estos remolcadores deben estar capacitados para poder presentarse cuanto antes en el lugar siniestrado. Deberán estar dotados de medios que permitan una buena visibilidad desde el puente. Para ello, y debido a las altas temperaturas que se podrían alcanzar en el lugar del suceso, los cristales de las ventanas deben ser resistentes al fuego y contar con cortinas de autoprotección. No sólo las ventanas deberán contar con materiales que resistan las altas temperaturas, también será muy importante que el remolcador posea un sistema de autoprotección para dichas zonas. También será vital que la existencia de hidrocarburos y plásticos flotando en la zona no afecten en ningún momento al buen funcionamiento de los sistemas de circulación y refrigeración de los motores principales. Debido a los largos periodos en espera en que tendrán que trabajar los equipos, conviene que sean diseñados con tales capacidades y características.

Los remolcadores de lucha contraincendios responden a las características que la sociedad de clasificación correspondiente del buque engloba en la cota FF. Este tipo de remolcadores deberá disponer de una gran capacidad de maniobra para poder operar de manera rápida y concreta en el peor de los escenarios posibles.

B) Remolcadores de Salvamento:

Como las tareas que van a desarrollar son de vital importancia requieren que el tiempo empleado en llegar al lugar del accidente sea el menor posible por si hubiera vidas en peligro. Por dicho propósito, deberán estar dotados de una gran velocidad en marcha libre, de una gran capacidad de maniobrabilidad y de defensas para poder abarloarse a cualquier buque con facilidad. Deberán contar también con un pequeño hospital donde sea posible atender a los posibles heridos, así como una zona de despegue de helicóptero por si fuera necesario realiza evacuaciones de urgencia. Contarán también con medios de izado mecánicos.

C) Remolcadores de escolta:

Son remolcadores que se encargan de acompañar a los grandes buques o a aquellos que puedan haber sufrido algún daño, fallo, avería o accidente producidos por fallos humanos, fallos de la propulsión o gobierno o incluso fuerzas externas como viento o corrientes para minimizar las ocasiones de varadas o colisión, con la finalidad de conservar la integridad del buque, el medio ambiente y las posibles vidas humanas puestas en juego.

Por todo lo anterior dichos remolcadores deben tener un tiempo de respuesta mínimo en caso que tuvieran que posicionarse en la proa o estela y por si tuviera que lanzar o recoger cabos que le permitan controlar al buque en situaciones delicadas.

En resumen, deben estar dotados de una grandísima maniobrabilidad. También será de vital importancia que el buque cuente con una visibilidad adecuada y un buen sistema de comunicación.

D) Remolcadores de lucha contra la contaminación:

Podemos hablar de dos tipos principalmente: según tengan tanques de almacenamiento y concentración de vertidos o no.

Los primeros contarán con tanques donde puedan almacenar los vertidos que se hayan realizado al mar. Para la recogida de tales vertidos y limpieza de la zona deberán contar con medios para el largado de barreras, manejo y posicionamiento de los skimmers, así como de tangones para poder utilizar dispersantes o elementos físicos o químicos que hagan más fácil la lucha contra la contaminación.

Los segundos contarán con los mismos medios anteriores, pero sin tanques donde almacenar los vertidos.

4.2) Según las zonas donde operen:

A) Remolcadores costeros y de puerto:

A la hora de construir un remolcador, en la mayoría de los casos, se opta por construir remolcadores que sean válidos para ambas situaciones, tanto para maniobrar en puerto como en la costa. Sin embargo, en algunos casos se decide previamente cuál será su uso futuro porque eso reducirá el gasto económico, ya que en el caso del remolcador de puerto, las exigencias reglamentarias son menores que en los remolcadores costeros y por tanto, necesitan de una menor inversión para su fabricación.

Definimos el remolcador de puerto como aquel que se encarga de facilitar la entrada y salida de los buques remolcándoles y ayudándoles a maniobrar.

Desde hace años, dichos remolcadores se diseñaban según las características del puerto al que prestaban sus servicios, así como en función de la potencia y el tipo de propulsor. Teniendo en cuenta todas estas características se estudiaba el diseño con la mínima eslora y calado posible para que pueda evolucionar con mayor eficacia en los recintos portuarios correspondientes.

Los remolcadores costeros son similares, aunque con mayores exigencias las cuales lo encarecerán.

B) Remolcadores para canales, esclusas y diques:

Tienen una gran similitud con los comentados anteriormente, pero al tener zonas especiales de trabajo, también contarán con limitaciones físicas concretas.

C) Remolcadores de altura:

El concepto de remolcador de altura es el que más se acerca al buque convencional. Uno de los puntos más importantes a tener en cuenta en su diseño es la tracción, así como también el tipo de navegación a efectuar.

Así, el remolcador asegurará el remolque incluso en condiciones meteorológicas adversas. Cuando la potencia necesaria supera los 3.500 HP lo usual es dotar al remolcador de dos propulsores.

Dentro de este tipo de remolcadores podemos incluir aquellos que se dedican a escoltar o acompañar a los grandes petroleros, gaseros... en sus paso por rías, canales y en algunos puertos, pero también podemos incluir dentro de este tipo, los buques que atienden a plataformas petrolíferas (Buques Supply y Anceros).

D) Remolcadores para Terminales de Crudo:

Guardan una gran similitud con los remolcadores de puerto, sólo que en este caso estos remolcadores operarán en zonas con vertidos.

4.3) Según el tipo de propulsión:

Según la ubicación del o los propulsores se pueden encontrar los siguientes tipos de remolcadores:

- A proa (tractor):
 - a) Voith Schneider
 - b) Azimutal
- A popa:
 - a) Azimutal

- b) Convencional
- c) Empujador
- d) Mixto

Remolcadores tipo tractor (a proa):

Tienen los propulsores a proa de la cuaderna maestra, generalmente a un tercio de la eslora del barco desde proa. Estos propulsores suelen ser azimutales aunque también puede ser Voith Schneider. Normalmente remolcan y empujan con la popa. En el cuarto final de la quilla por la parte de popa, llevan un quillote para aumentar la superficie mojada del casco del buque y ganar estabilidad.

El sistema Voith-Schneider o cicloidal consiste en dos unidades con palas verticales cuyo paso y empuje puede ser regulado eficaz y uniformemente 360°. La protección de la palas no sólo sirve como protección, sino que trabaja también como tobera incrementando la eficiencia del sistema. El sistema de propulsión cicloidal es un tipo de hélice de paso controlable. El motor trabaja a revoluciones constantes y la magnitud del empuje y la orientación son reguladas desde el puente de gobierno. Los remolcadores equipados con este sistema tienen una gran maniobrabilidad, pueden girar sobre sí mismos y producir un alto empuje en todas direcciones. Por lo tanto, maniobran muy bien en espacios reducidos y son capaces de arriar cabo o virar cabo de remolque de manera muy rápida.

Otra característica de este tipo de remolcador es que su velocidad de marcha atrás es, aproximadamente del 95% de la velocidad de marcha avante.

Sobre la cubierta principal, por la popa, se sitúa el chigre de remolque de capacidad y frenado de hasta tres veces la tracción del remolcador.

El gobierno de los propulsores se lleva a cabo mediante unos joysticks situados en el puente de gobierno y son independientes el uno del otro.

Entre los remolcadores tractores se distinguen según el tipo de propulsor:

-Los primeros, son los de propulsores epicicloides, o también denominados Voith Schneider. Este método de remolque se aplica desde el año 1950, aunque ya se venía trabajando esa idea desde varias décadas. Este sistema consiste en unas palas dispuestas de manera vertical y que giran sobre un eje variable vertical siguiendo una trayectoria circular que permite al buque desplazarse en todas las direcciones.

La principal ventaja de estos propulsores es que el buque adquiere una gran maniobrabilidad aunque, por el contrario, este sistema tiene un rendimiento menor y es más vulnerable que unas hélices convencionales o en tobera.

Por lo tanto, este tipo de sistema, resulta un sistema ideal para remolcadores de puerto.

Los tractores Voith presentan unas determinadas características:

Llevar 2 propulsores Voith a un tercio de proa. Estos son propulsores de paso variable, robustos y que prácticamente no tienen mantenimiento.

Estos propulsores además de propulsar el buque lo gobiernan desde unos joysticks situados en la sala de gobierno o puente del buque. Son totalmente independientes el uno del otro y permiten al remolcador ir marcha adelante o atrás y girar en cualquier dirección. Los joysticks pueden ser operados de manera conjunta mediante un volante (mando) que los sincroniza y que tiene prioridad sobre los propios joysticks.

El control de mando de los propulsores es mecánico. En caso de caída de la planta eléctrica del remolcador, el buque puede seguir operando si los motores principales siguen encendidos.

El sistema de propulsión Voith es redundante. Por lo tanto, si un propulsor falla siempre tendremos otro propulsor disponible, aunque lógicamente bajaría la potencia del buque y su rendimiento. Este aspecto da mucha seguridad en caso de que se produzca un fallo mecánico en un motor o propulsor durante la maniobra de remolque. El eje de giro en la evolución es la vertical que pasa por el arco del remolque. Este tipo de diseño permite al remolcador de tipo tractor la escolta o toma de cabo a proa y poder salirse de la misma sin riesgos ni peligro, dando un pequeño paso lateral sin necesidad de darse un golpe contra el casco del buque mercante o todavía peor, ser arrollado por este.



Los propulsores Voith son palas orientables de paso variable que permiten que los motores principales trabajen a régimen constante con los consiguientes beneficios para estos (menor riesgo de lesiones mecánicas).

Los remolcadores tractores Voith llevan una placa de defensa y un quillote en popa por si se produce una varada del buque. El quillote aumenta la superficie vertical mojada del remolcador.

- Imagen nº 1: imagen de un propulsor Voith.

El sistema Voith dispone de un turbo acoplamiento en ambas líneas de ejes. Es un acoplamiento hidráulico que lleva un sistema de vaciado de aceite hidráulico cuando el propulsor engancha un cabo u otro objeto, para proteger al motor desacoplándolo de la línea de ejes en caso de bloqueo del propulsor. Su otra función es la de reducir la transmisión de vibraciones torsionales entre el motor y el propulsor.

Normalmente los remolcadores que usan este sistema tienen una buena estabilidad ya que los propulsores pesan bastante y están diseñados para que el barco asiente bien sobre la superficie del agua.

Un remolcador tractor tipo Voith puede realizar el tiro indirecto o dinámico (el remolcador esta a la contra) con gran solvencia. Cuanto mayor sea la velocidad del buque mas fuerza de tracción tendrá que soportar el cabo de remolque.

Las formas de este tipo de remolcadores suelen ser muy simétricas respecto de la cuaderna maestra para que puedan operar marcha adelante y atrás de manera efectiva. También tienen palas con grandes orbitas que hacen que aumente la manga del buque en cuestión y están protegidas por una placa que sirve de tobera aunque tiene el inconveniente de que aumenta el calado del buque.

-El segundo tipo de remolcadores tractores son los de propulsores azimutales también conocidos como Schottel, aunque hay infinidad de casas que los comercializa como Aquamaster, Ulstein etc. En estos remolcadores, una hélice en tobera con un eje motriz vertical forma el propulsor en si. De esta manera se consigue el giro del conjunto a modo de timón.

Remolcadores a popa:

-Los remolcadores con propulsores azimutales también los pueden llevar en la popa, con timón tobera que mejoran mucho la maniobrabilidad del buque. Con la colocación de los propulsores en la popa y el gancho de remolque situado en la proa, normalmente remolcan tirando o empujando con la proa del barco aunque pueden hacerlo también por los costados y la popa del mismo.

Las prestaciones son equivalentes a las de un remolcador empujador más uno convencional.

Las formas y la estructura de la popa se deben modificar para que en ella, se pueda albergar el propulsor y resista los esfuerzos del timón tobera.

Lo usual, es la instalación de dos propulsores que pueden orientarse de forma independiente.

Las ventajas de este tipo de propulsión son las siguientes:

- Aumenta la maniobrabilidad para una misma capacidad de tiro
- Mínimo aumento de calado a popa frente a un remolcador de tipo convencional
- Buen comportamiento navegando marcha atrás
- Pueden trabajar con tiro indirecto o dinámico

Suele usarse este tipo de propulsión en remolcadores de puerto de gran potencia.

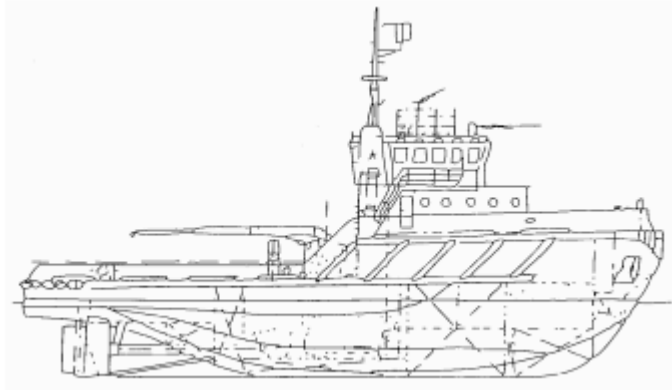


- Imagen nº 2: imagen de un propulsor azimuthal Schottel.

-Los siguientes son los remolcadores convencionales.

Se trata de buques que constan de un sistema propulsivo formado por una o más hélices situadas en la popa del remolcador y unidas a la maquinaria principal mediante un eje rígido. El gancho de remolque debe ir situado a proa, teniendo en cuenta que contra más a proa se coloque será más adecuado y mejor para realizar remolques, pero el buque perderá estabilidad. Pueden llevar una hélice aunque normalmente llevan dos para aumentar la maniobrabilidad y para conseguir una redundancia de propulsores de cara a la seguridad. Suelen llevar toberas para aumentar la capacidad de remolque y mejorar el empuje.

Las más conocidas son las de tipo Kort, que llevan una tobera alrededor de la hélice para aumentar la velocidad del agua alrededor del propulsor y mejorar su rendimiento.



- Imagen nº 3: Esquema de un remolcador con un sistema propulsor convencional y hélice con tobera.

Con el paso de los años, los remolcadores tradicionales han ido perdiendo eslora a favor de manga y puntal con el propósito de poder instalar maquinaria más potente, hélices de paso variable, toberas tipo Kort con timón fijo o timón-flap, o un sistema con una tobera y cinco timones, dos a proa de ataque y tres a popa, para conseguir mayor estabilidad, tracción y maniobrabilidad (sistema Tow-Master).

Este tipo de remolcador se suele utilizar para el manejo de anclas en plataformas petrolíferas, de apoyo para plataformas off-shore y para realizar tareas de salvamento para remolcadores de altura.

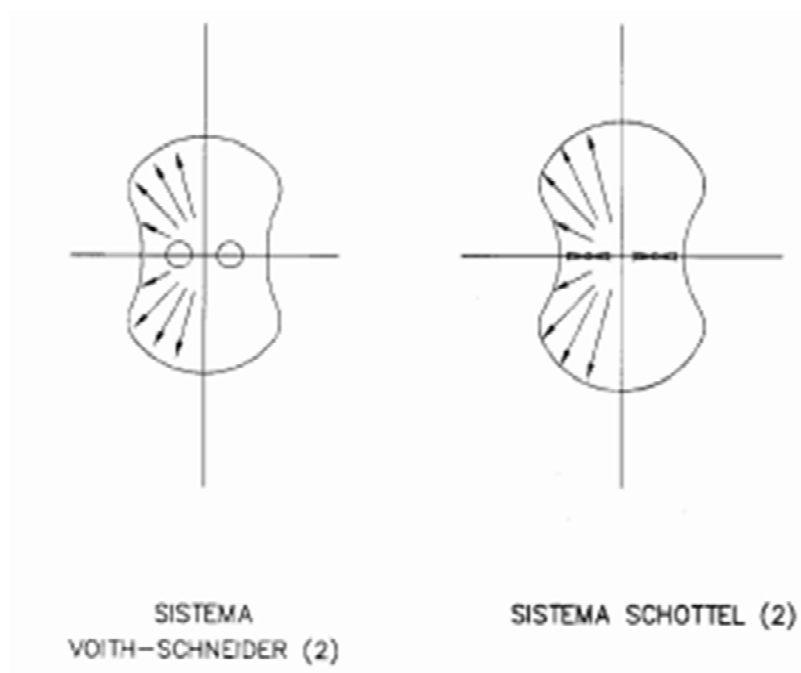
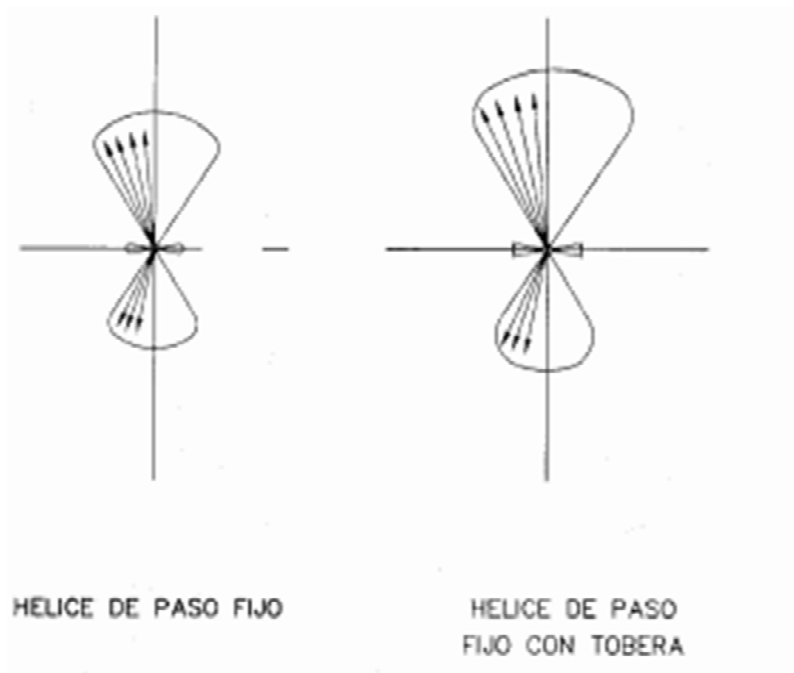
-Los remolcadores tipo empujador son todo lo contrario a los de tipo tractor.

Los propulsores normalmente azimutales o epicicloïdales se montan a popa y el gancho de remolque a proa. Al empujar o tirar lo hacen por la proa sin tener necesidad de reposicionarse.

La estabilidad de este tipo de buques se verá afectada por los esfuerzos hidrodinámicos que se generen en un tiro indirecto y la posición de los propulsores en cuestión.

-Los remolcadores del tipo mixto son de hélice convencional y se les coloca una pequeña hélice azimutal a proa para mejorar su maniobrabilidad. Esta hélice también puede aumentar un poco el tiro si se orienta hacia la popa.

Es una posibilidad que es usada para adaptar remolcadores convencionales para que ganen maniobrabilidad, ya que instalar una pequeña hélice en proa no requiere de importantes modificaciones en el buque.



- Imagen nº 4: Diagrama de empujes para los distintos sistemas propulsivos.

5. Modos de operación y actuación:

Las modalidades de remolque más comunes actualmente se dividen según el tiro utilizado.

- Tiro directo:

El remolque de tiro directo es aquel en el que el tiro efectivo realizado al buque remolcado depende y recae directamente en la potencia del motor o motores del remolcador. Por lo tanto si se quiere aumentar la capacidad de tiro del buque se necesitará desarrollar una potencia mayor en los motores que implicará un desplazamiento mayor y por tanto minimizará la maniobrabilidad del remolcador.

Esta forma de operar es la más común y se realiza a baja velocidad, ya que cuando se le da mucha potencia al motor del remolcador es para que éste se mantenga en el sitio y no para tirar del buque remolcado.

- Tiro indirecto:

Este método aprovecha la potencia desarrollada por el remolcador y la fuerza hidrodinámica del agua sobre el casco, regulando de esta manera la potencia resultante con el ángulo de la fuerza de tiro del remolque.

El remolcador se sitúa en la popa del buque que debe ser remolcado y ambos buques igualan sus velocidades de avance (entre 5 y 10 nudos). El tiro se produce cuando el remolcador se sitúa al costado del buque asistido, y en un ángulo de ataque apropiado relativo al flujo del agua, generando un gran esfuerzo sustentador hidrodinámico en la carena del remolcador. Los propulsores del remolcador sirven solamente para mantener la posición oblicua del remolcador y de esta manera poder maximizar la fuerza sustentadora.

En la operación de tiro indirecto se ha de ir tirando desde ambos costados a la vez, si se consta de dos remolcadores, o simultáneamente si sólo hay uno. La fuerza máxima de tiro para que esta operación se realice de manera óptima debe de estar por encima del doble del tiro a punto fijo.

La gran diferencia en este tipo de remolque en comparación con el remolque de tiro directo, es el aprovechamiento de las fuerzas hidrodinámicas sobre la obra viva del remolcador y la velocidad relativa del agua, que producen un incremento de tiro proporcional a la velocidad al cuadrado del buque remolcador.

Durante el desarrollo de esta operación, se producen grandes esfuerzos sobre las líneas de remolque y por lo tanto se debe añadir una guía que obliga a la línea de remolque a pasar por ella.

Esta guía se ubica entre la maquinilla de remolque y el buque remolcado y constituye el punto más débil de la línea de remolque ya que tiene que soportar los mayores esfuerzos.

Este método es muy efectivo gracias al equilibrio de tres fuerzas: la fuerza hidrodinámica, la capacidad propulsora del remolcador y la fuerza de tiro del remolque. Esta última se consigue manteniendo el remolcador con cierto ángulo con respecto a la línea de remolque y el buque remolcado.

Para que este tipo de tiro sea efectivo, la trayectoria de la línea de remolque ha de pasar por la guía situada en cubierta anteriormente mencionada. Es necesaria para poder asegurar el punto de aplicación de las fuerzas de tiro. La opción más común para realizar este tipo de guía es soldar una estructura en cubierta formando un polín del cual salen dos cilindros verticales o inclinados respectivamente, unidos en la parte superior por un cilindro con forma de arco por dónde pasa el cabo de remolque. Normalmente se construyen de chapa de acero y se sitúan en la línea de crujía del remolcador en la zona de popa (entre la maquinilla y el buque asistido). Esta guía tiene dos funciones: la primera es la de marca la distancia a la que se realiza el esfuerzo del tiro indirecto y su segunda función es la de alinear el remolque a la entrada o salida de la maquinilla para que el tambor pueda estibarlos de forma ordenada.

El cabo de remolque está sometido al roce de la guía y también a la fuerza de tracción originada por el tiro. El alargamiento del cabo depende de su elasticidad, la fuerza del tiro desarrollado y también la longitud del remolque. La consecuencia de este alargamiento del cabo de remolque deriva en un incremento de la longitud de la línea de remolque y por lo tanto la deformación de la línea con las consecuencias que ello acarrea como son, los estirones o deslizamientos bruscos y violentos que pueden producir la rotura de la supuesta línea de remolque, con el riesgo de accidente que esto comporta.

Este tiro indirecto es ideal para ayudar a un buque con buena arrancada avante a realizar giros pronunciados. También se puede usar este método en buques parados, en algunos reviros con espacios limitados y también en la parte final del atraque para aproximarse al muelle, cuando ya no se dispone de espacio entre el buque y éste para poder tirar directamente.

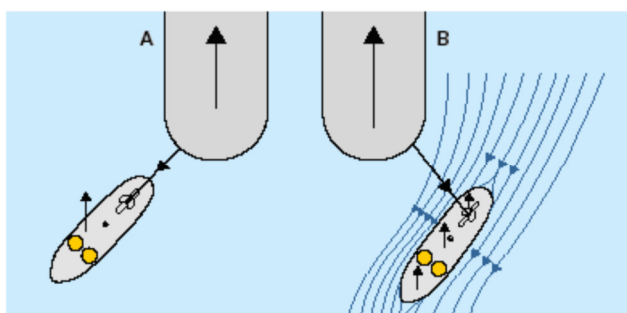


Imagen nº5: en esta ilustración se muestran los dos tipos de tiro: A-Tiro directo y B-tiro indirecto.

La actuación de los remolcadores responde en general a uno de los tres métodos siguientes:

a) Remolcador trabajando en flecha o sobre cabo: en este procedimiento, el remolcador trabaja separado del buque al que auxilia, tirando de él desde el extremo de un cabo, que puede estar fijado en diferentes puntos del buque realizando así diversas funciones (arrastre, retenida, etc.). Con este procedimiento se evita el contacto directo entre ambas embarcaciones y se asegura además, que toda la potencia del remolcador se ejerce en la dirección del cabo. El inconveniente de este procedimiento es que se necesita mayor espacio de maniobra, debido a la longitud del amarre, por lo que el sistema no puede utilizarse donde existan limitaciones de espacio.

El efecto de un remolque en flecha es análogo al de una amarra con su punto de anclaje móvil y con un tiro de magnitud variable.

b) Remolcador apoyado de proa: en este sistema el remolcador apoya su proa sobre el costado del buque al que auxilia y lo empuja en una dirección sensiblemente perpendicular a la crujía. Es habitual en este procedimiento que el remolcador quede fijado al buque con 1, 2 o 3 cabos de amarre, lo que permite evitar el deslizamiento relativo entre ambas embarcaciones durante la maniobra y además, ejercer un tiro sobre el buque, en el supuesto de que se prevea la necesidad de este uso durante la maniobra, dando así mayor flexibilidad a la operación. Este procedimiento tiene menores requerimientos de espacio y permite cambiar con rapidez el sentido del empuje, si bien la eficacia del remolcador trabajando al tiro es menor que con el procedimiento anterior debido a la peor posición que pueden adoptar los cabos de amarre.

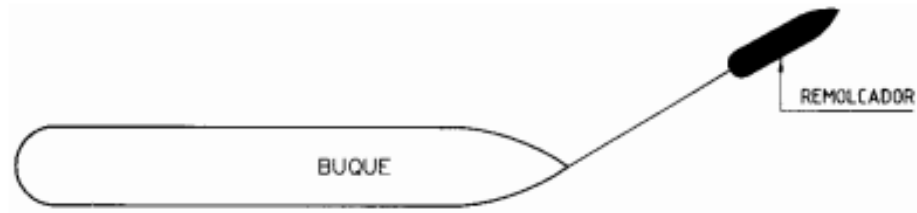
Como una variante de este sistema puede emplazarse el remolcador en la popa de determinadas embarcaciones (pontonas, barcasas, etc.) transmitiendo el empuje en sentido longitudinal, proporcionando así la potencia necesaria para el movimiento longitudinal de la que no disponen generalmente estas embarcaciones.

El efecto de un remolcador apoyado a proa puede asimilarse al de una amarra que trabajase en ambas direcciones, con su punto de aplicación móvil y con un tiro de magnitud variable, si bien será necesario considerar las posibles cargas de rozamiento en el supuesto de trabajar al empuje.

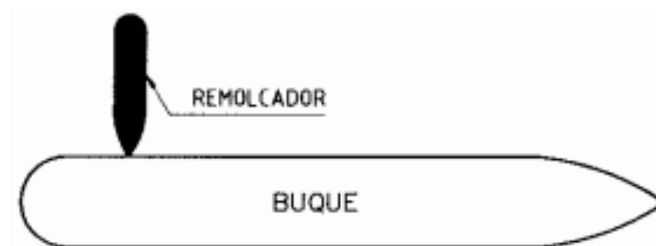
c) Remolcador abarloado: en este procedimiento el remolcador se sitúa al costado del buque y sensiblemente paralelo a él, quedando amarrado al barco por mediación de varios cabos, que aseguran la transmisión de esfuerzos. Este procedimiento se utiliza generalmente para maniobrar buques que no cuentan con propulsión suficiente, en lugares de poco espacio y en aguas muy tranquilas. El remolcador se sitúa generalmente en la aleta del buque a auxiliar de modo que los timones de ambas embarcaciones estén a la misma altura

para favorecer las condiciones evolutivas del conjunto. El remolcador abarloado produce por tanto el mismo efecto que si el buque remolcado tuviera dos hélices, una de ellas muy separada de crujía.

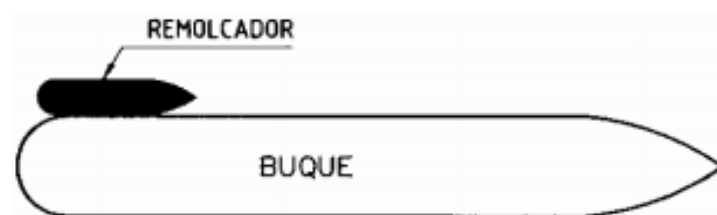
En casos de buques muy sensibles a la acción del viento y otras cargas transversales, es habitual disponer de dos remolcadores abarloados, cada uno situado en una banda, con lo cual se consigue un mayor control de la navegabilidad.



A) EN FLECHA O SOBRE CABO



B) APOYADO DE PROA



C) ABARLOADO

- Imagen nº 6: diagrama del tipo de operaciones de remolque.

Según cual sea el sistema de trabajo elegido se modifica la posición relativa del remolcador y el buque, afectando al régimen hidráulico del flujo de agua alrededor de ambas embarcaciones y en el entorno de sus hélices, provocando efectos secundarios. Por lo tanto, es importante cerciorarse de cual es el proceso más adecuado a la hora de remolcar un buque.

6. Características generales de un remolcador:

Los remolcadores son embarcaciones cuya función principal es la de asistir y ayudar a otros barcos más grandes con menor maniobrabilidad. A continuación se definirán las consideraciones principales que hay que tener en cuenta en el diseño de un remolcador.

Lo más importante para un buque de este tipo es su estabilidad. La estabilidad de un remolcador es de vital importancia debido a los grandes esfuerzos que realiza. La tracción provoca un momento de vuelco que debe ser soportado sin riesgo por el propio remolcador. Debe poseer una estabilidad favorable bajo todas las condiciones de carga y remolque, por ello deberán analizarse los efectos de remolque sobre la estabilidad transversal.

Como este tipo de buque, necesita una estabilidad inicial bastante amplia, es muy importante la elección de la manga del buque, dada la gran influencia que esta dimensión tiene en la estabilidad, considerándose la mayor posible.

También es importante que el francobordo alcance valores altos y este distribuido homogéneamente.

La maquinaria principal de propulsión y la auxiliar, deben poseer la capacidad necesaria para facilitar la fuerza máxima cuando se remolque o empuje. Debe estar capacitada para poder dar en el tiempo más corto posible el máximo rendimiento. Los equipos de remolque deben ser capaces de soportar unas tensiones superiores al tiro a punto fijo.

El casco del remolcador tiene que ser de sólida construcción para soportar el esfuerzo al que va a estar sometido.

Debe poseer equipos redundantes tanto en los sistemas propulsivos como en los auxiliares, para conseguir altos niveles de seguridad, fiabilidad y no impedir la operatividad del buque en caso de fallo mecánico de algún componente del equipo propulsivo.

La visibilidad desde el puente de mando ha de ser lo mejor posible para poder ofrecer una rápida respuesta y que las labores de socorro se realicen de manera rápida y satisfactoria.

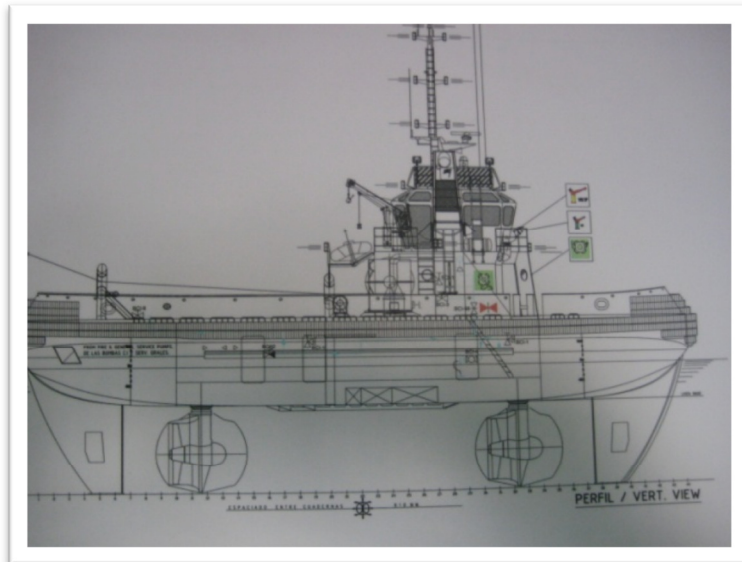
6.1) Características del remolcador que sirve de modelo para el presente trabajo:

Se trata de un remolcador tractor asimétrico azimutal de puerto contra incendios y antipolución que presenta las siguientes propiedades:

- Tiene una eslora total de 27,55 metros
- La manga del buque en cuestión es de 15,25 metros
- Su calado máximo es de 5,21 metros
- Tiro a punto fijo de 74 toneladas
- Tripulación de 2 a 6 personas
- Velocidad máxima de 12 nudos
- 324 GT de arqueo bruto
- Su sistema propulsivo está constituido por dos motores Caterpillar de 1865 kilovatios de potencia cada uno.
- Clasificado por Lloyd's Register con categoría FF1 que significa que el buque en cuestión viene equipado con un equipo contraincendios de clase 1. Esto significa que cumple con criterios diversos como los caudales de agua o número de bocas contraincendios requeridos por el reglamento de la entidad clasificadora.

Por lo tanto las principales operaciones que podrá realizar el buque son las siguientes:

- Maniobras de atraque y desatraque dentro de puerto.
- Servicios de remolque.
- Servicio contraincendios.
- Servicio de contención de la polución marina.



- Imagen nº7: vista de un plano lateral de un remolcador de puerto azimuthal.

7. Equipo propulsor del buque:

7.1) Motores principales:

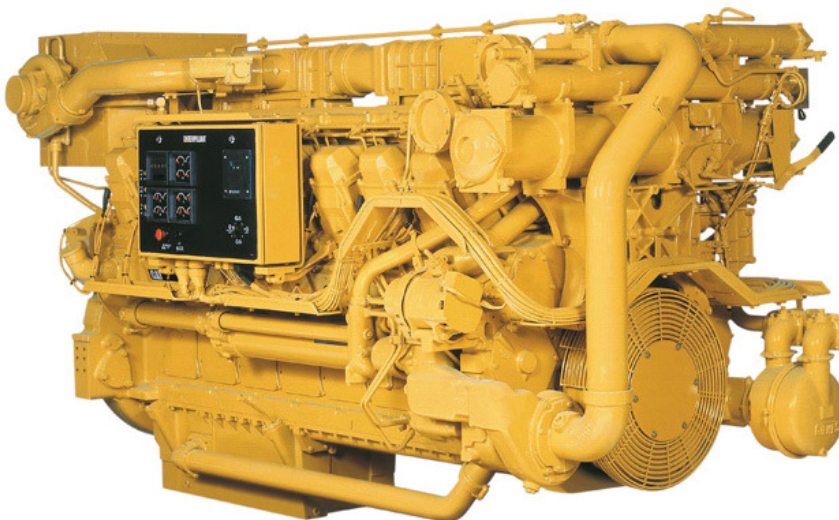
El sistema de propulsión del buque esta formado por dos propulsores azimuthales. Para su accionamiento, el buque dispondrá de dos motores principales Diesel de cuatro tiempos con sistema common rail.

Las razones para instalar motores de cuatro tiempos son:

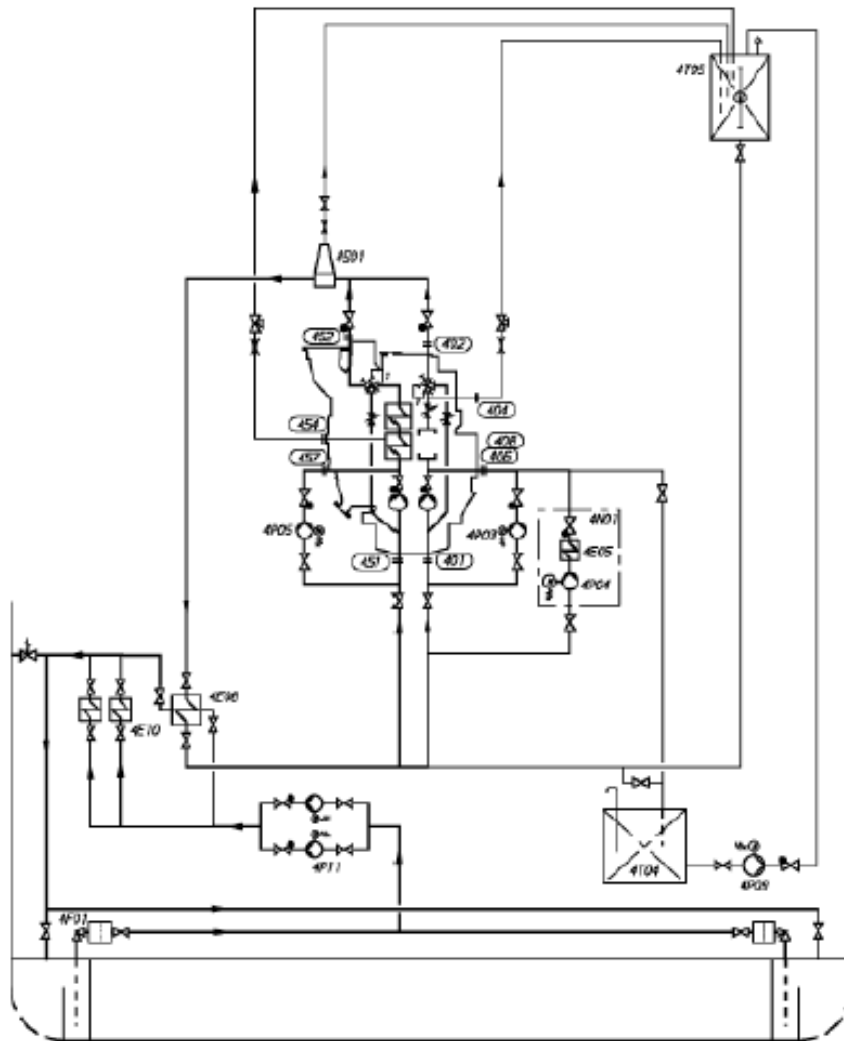
- Comparativa con buques de características similares
- Menor empacho
- Menor peso
- Mayor ecología
- Rendimiento volumétrico mayor y escape de gases más efectivo

Los motores elegidos son dos motores idénticos de la casa Caterpillar modelo 3516 B de 1865 Kilovatios a 1000 rpm que trabajan en régimen CSR (Continuous Service Rating). Este régimen es de servicio continuo para el cual no existen limitaciones de funcionamiento. Son motores de 16 cilindros en V a 60º con bloque de fundición y que llevan una distribución por cascada de piñones (es una transmisión primaria por engranajes sin correa ni cadena de distribución). Los cilindros van revestidos por camisas de acero y están refrigerados.

Estos motores están turboalimentados y post-enfriados. Requieren de un adecuado sistema de carga de aire compuesto de varios elementos mecánicos, que tienen la función de incrementar la potencia del motor. En este caso, llevan un turbocompresor accionado por los gases de escape del propio motor y un post-enfriador de aire (aftercooler). El turbocompresor aumenta la densidad y presión de entrada del aire al motor, llevando a valores máximos su entrega de potencia y par de salida. El post-enfriador esta situado después del turbocompresor, para reducir el calor provocado por la compresión y fricción de la carga de aire en el turbo. Por lo tanto, la función de los post-enfriadores es la de reducir la temperatura y aumentar la densidad del aire en la cámara de combustión (rebajan la temperatura de los gases enviados por el turbocompresor al motor). El post-enfriador funciona con un refrigerante de circuito cerrado adecuado a la instalación que a su vez se refrigera mediante unos radiadores que utilizan agua de mar.



- Imagen nº8:
imagen de un motor
Caterpillar 3516 B



System components:

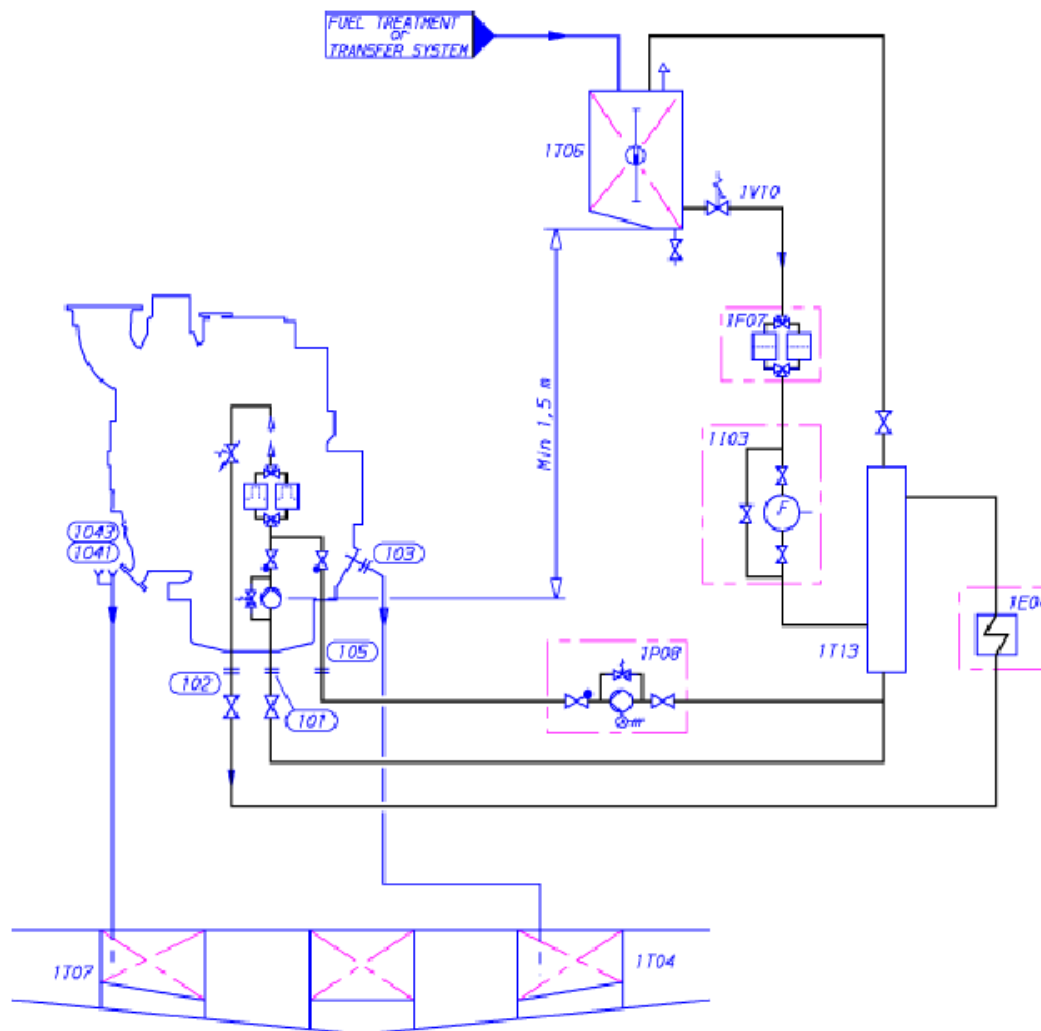
4E05	Hester (Preheating unit)	4P05	Stand-by pump (LT)
4E08	Central cooler	4P09	Transfer pump
4E10	Cooler (Reduction gear)	4P11	Circulating pump (Sea water)
4F01	Suction strainer (Sea water)	4S01	Air venting
4N01	Preheating unit	4TD4	Drain tank
4P03	Stand-by pump (HI)	4E05	Expansion tank
4P04	Circulating pump (Preheating unit)		

- Imagen nº9: esquema de refrigeración de un motor principal.

Este tipo de motores trabajan normalmente entre 700 y 1200 rpm y por lo tanto, están considerados de régimen semi-lento ya que no tienen franjas de operación demasiado revolucionadas.

El buque se proyecta para que sus motores propulsores utilicen gasoil para maquinaria industrial (tipo B) y no combustibles pesados poco extendidos en buques de reducido tamaño. Pese a que se trata de gasoil de calidad, se tendrá que almacenar en los tanques de reserva y servicio diario y antes de pasar al motor se filtrará y depurará por la purificadora de gasoil del buque.

Los tanques de almacenamiento tienen un drenaje de agua de condensación para que esta no se acumule ya que sería perjudicial para las instalaciones y motores del buque. El combustible pasará de los tanques de almacenamiento de diesel oíl a los de servicio diario.



System components		Pipe connections	
1F07	Suction strainer (MDF)	101	Fuel inlet
1P08	Stand-by pump (MDF)	102	Fuel outlet
1T04	Leak fuel tank, clean fuel	103	Leak fuel drain, clean fuel
1T06	Day tank (MDF)	1041	Leak fuel drain, dirty fuel free end
1T07	Leak fuel tank, dirty fuel	1043	Leak fuel drain, dirty fuel FW-end
		105	Fuel stand-by connection

- Imagen nº 10: sistema de alimentación de combustible de un motor principal.

Cuando el combustible es trasegado de los tanques de servicio diario a los motores principales pasa por unos filtros primarios y secundarios que evitan las impurezas que pueda contener este y se dirige a la purificadora que está situada antes de la entrada del combustible en los motores y que funciona a

disparos para separar el agua del combustible y que entre en los motores en un estado óptimo.

Ambos motores están dispuestos en la sala de máquinas del Casas a babor y estribor respectivamente, de manera simétrica pero en direcciones opuestas para lograr una mejor disposición de los equipos propulsores del remolcador y conseguir una maniobrabilidad mayor y mucho más rápida, adecuada para tareas de remolque en recintos portuarios o tareas contraincendios.

Los motores principales del remolcador también serán los encargados de accionar las bombas principales contraincendios y estarán acoplados mediante sendas multiplicadoras.

Los datos técnicos de los motores son los siguientes:

- Fabricante: *Caterpillar*
- Modelo: *3516B*
- *Peso en vacío: 8028 kg*
- *Número de cilindros: 16*
- *Disposición de cilindros: en V a 60º*
- *Potencia: 2 x 1865 Kilovatios*
- *Velocidad en vacío: 450 a 900 rpm*
- *Velocidad nominal: 1200 a 1925 rpm*
- *Consumo combustible (100%): 328.2 litros / hora*
- *Calibre pistón: 170 mm*
- *Carrera pistón: 190 mm*
- *Cilindrada total: 69,1 litros*
- *Tipo: 4 tiempos*
- *Relación de compresión: 14:1*
- *Contrapresión sistema escape: 2,5 kPa*
- *Máxima presión de escape: 5,0 kPa*
- *Máxima restricción del aire de admisión: 6,2 kPa*
- *Filtros de aire: Doble*
- *Juego válvulas admisión: 0,50 mm*
- *Juego válvulas escape: 1,00 mm*
- *Orden de encendido: 1-2-5-6-3-4-9-10-15-16-11-12-13-14-7-8*

Estos motores tienen que operar con aceites y refrigerantes específicos.

El tipo de aceite utilizado en estos motores es un aceite semi-sintético 15W40, en concreto su especificación es la de Ultra M SHPD 15W40. Lleva agentes dispersantes para evitar la acumulación de hollín. También ha de contener agentes anticorrosivos y lubricantes y una determinada alcalinidad para mejorar y alargar la vida útil del motor.

La capacidad máxima y óptima de llenado de aceite en estos motores contando todo el sistema lubricante con el cárter y los filtros de aceite originales llenos es de 807 litros en total si utiliza el tipo de cárter o sumidero más profundo (instalado en este modelo) mientras que con el intermedio se quedaría en unos 400 litros aproximadamente.

El sistema de lubricación de los motores lleva una serie de dispositivos para controlar parámetros del propio aceite y poder analizar el comportamiento del motor en general y también para comprobar la correcta lubricación del mismo.

También lleva un sencillo sistema de nivel de aceite mediante varilla como un motor de automoción convencional. Se trata de una varilla metálica con dos marcas, una de mínimo y otra de máximo que se introduce en un orificio que llega al sumidero o cárter para hacer una medición de nivel.

Para que la medición sea óptima, el motor debe de estar totalmente frío y lo más horizontal posible.

En el interior del cárter de motor, tiene un sensor de nivel que mediante un testigo situado en el panel de alarmas del motor, situado al lado del panel de operaciones del motor en la sala de máquinas del propio buque, avisa cuando el nivel de aceite es bajo y dispara las convenientes alarmas para evitar, debido a la falta de aceite lubricante, graves lesiones en el motor.

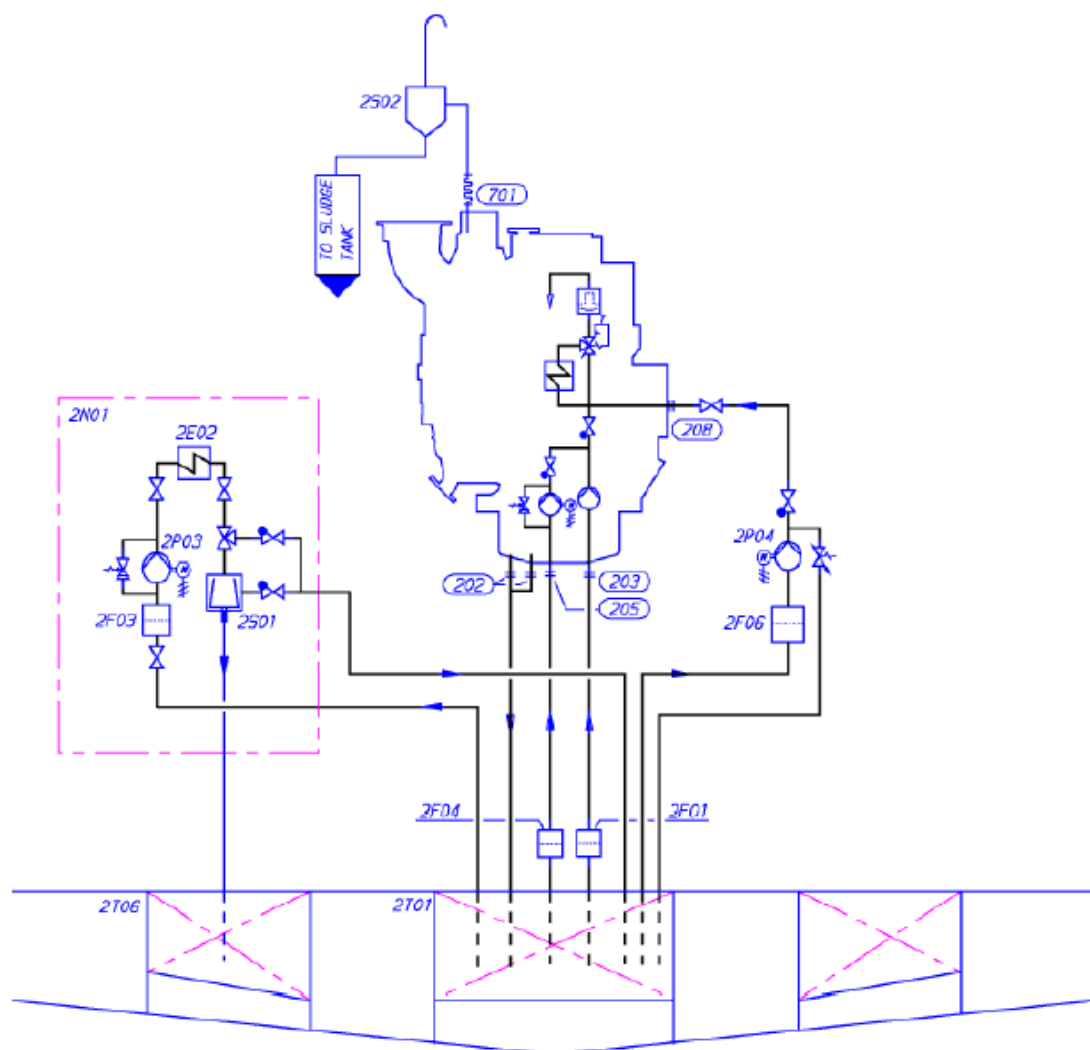
Otro de los sistemas de medición importantes en el sistema de lubricación es el que controla la temperatura del aceite. Si la temperatura del aceite es demasiado alta puede significar que hay algún tipo de problema en el sistema de lubricación debido por ejemplo, a una obstrucción en el sistema de refrigeración de aceite de motor (en algún radiador de refrigeración de aceite, que utilizan el agua de mar para ir rebajando la temperatura del aceite lubricante)

El medidor de presión de aceite es un manómetro que controla que el aceite se mueva correctamente y a una presión determinada.

Al arrancar el motor, la presión de aceite es ligeramente más alta y conforme el motor se calienta va bajando a niveles nominales usuales. Si la presión disminuye el motor tiene una alarma específica que nos indica que hay un problema de presión en el sistema.

Si el problema persiste y se agrava, y se llega a una presión mínima límite, el motor se para automáticamente para evitar lesiones mecánicas graves.

En el caso de los filtros de aceite instalados en el circuito de lubricación del motor, sirven para filtrar las impurezas que pueda contener el aceite que circula por el motor y que podrían dañar la orgánica del mismo.



System components		Pipe connections	
2E02	Heater (Separator unit)	202	Lubricating oil outlet (from oil sump)
2F01	Suction strainer (Main lubricating oil pump)	203	Lubricating oil to engine driven pump
2F03	Suction filter (Separator unit)	205	Lubricating oil to priming pump
2F04	Suction strainer (Prelubricating oil pump)	208	Lubricating oil from electric driven pump
2F06	Suction strainer (Stand-by pump)	701	Crankcase air vent
2N01	Separator unit		
2P03	Separator pump (Separator unit)		
2P04	Stand-by pump		
2S01	Separator		
2S02	Condensate trap		
2T01	System oil tank		
2T06	Sludge tank		

- Imagen nº 11: sistema de lubricación de un motor principal.

También están los filtros centrífugos que separan el agua centrifugando el aceite en ellos e incrustando los restos de agua en la pared del mismo dejando libre el aceite de la mayor humedad posible para evitar problemas de corrosión.

El agua restante se desliza por las paredes hacia abajo hasta llegar al punto de drenaje.

También es vital para el correcto funcionamiento del motor el uso de un buen refrigerante. El refrigerante que se usa en estos motores es del tipo RLD-50 que cumple las especificaciones exigidas por Caterpillar. Este refrigerante se añade en proporción de 1:1 con agua destilada y tratada con un aditivo para evitar al máximo la corrosión del metal de las distintas partes y depósitos por los que pasa el líquido refrigerante de motor. El refrigerante debe ser sustituido en su totalidad cada 3000 horas de trabajo y si no se quiere hacer un seguimiento tan exhaustivo del motor, debe cambiarse cada dos años.

Los dos circuitos por los que pasa el refrigerante son los circuitos de alta y baja temperatura respectivamente.

El circuito de alta temperatura sirve para refrigerar los cilindros y la primera etapa del enfriador de aire de carga del motor.

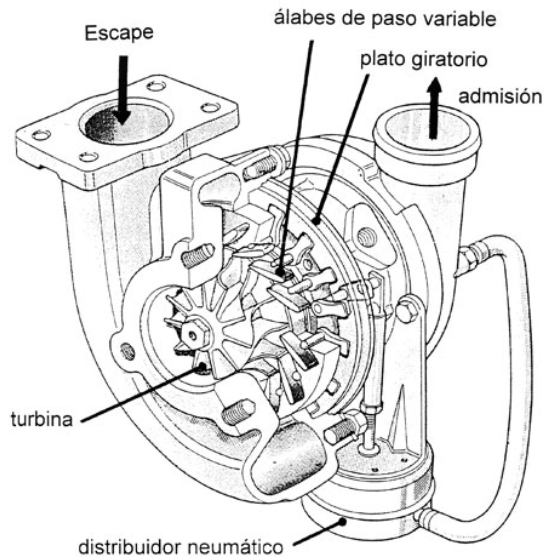
El circuito de baja temperatura refrigera la segunda etapa del enfriador de aire de carga de motor y también el enfriador de aceite lubricante del motor. La temperatura máxima que puede tener el refrigerante en las camisas de los cilindros del motor es de 97C°. Un sensor en esa zona se encarga de medir la temperatura y poder informar mediante una alarma si se sobrepasa esa temperatura para evitar la ebullición del refrigerante y evitar lesiones en manguitos o en la culata del motor, debido a la excesiva presión que se formaría en el circuito. Por lo tanto, si la temperatura del refrigerante es excesiva se tiene que reducir la marcha del motor y pararlo si fuera necesario.

Periódicamente se han de realizar pruebas para comprobar la eficacia del refrigerante, los aditivos anticorrosivos que tiene, su alcalinidad, olor, análisis visual y su conductividad térmica de entre otros parámetros.

Otro de los elementos importantes del motor es el turbo-compresor, que funciona como cualquier turbo aplicado en el sector de la automoción, aprovechando la velocidad de los gases de escape para aumentar la velocidad de entrada de los gases de admisión al motor mediante dos paletas unidas que giran conectadas entre sí. Cada motor lleva dos turbos ya que tiene dos tomas de admisión, una por cada lado. De esta manera la potencia del motor aumenta de manera considerable en comparación con el mismo modelo de motor pero atmosférico.

El turbocompresor usa una turbina centrífuga para accionar mediante un eje coaxial con ella, un compresor centrífugo para comprimir los gases en la admisión del motor.

En los motores sobrealimentados mediante este sistema, el turbocompresor consiste en una turbina accionada por los gases de escape del motor de explosión, en cuyo eje se fija un compresor centrífugo que toma el aire a presión atmosférica después de pasar por el filtro de aire y luego lo comprime para introducirlo en los cilindros a mayor presión que la atmosférica.



Los gases de escape inciden radialmente en la turbina, saliendo axialmente, después de ceder gran parte de su energía interna (mecánica + térmica) a la misma. El aire entra al compresor axialmente, saliendo radialmente, con el efecto secundario negativo de un aumento de la temperatura más o menos considerable. Este efecto se contrarresta en gran medida si se dispone de un intercooler, como en el caso de estos motores Caterpillar.

- Imagen nº 12: esquema de un turbocompresor convencional

Este aumento de la presión consigue introducir en el cilindro una mayor cantidad de oxígeno (masa) que la masa normal que el cilindro aspiraría a presión atmosférica, obteniéndose más par motor en cada carrera útil (carrera de expansión) y por lo tanto más potencia que un motor atmosférico de cilindrada equivalente.

En este motor, que opera mediante el ciclo diesel, la masa de aire no es proporcional al caudal de combustible, ya que siempre entra aire en exceso al carecer de mariposa. Por ello, es en este tipo de motores, donde se ha encontrado su máxima aplicación (motores turbo-diesel).

La admisión de aire en estos motores es importante, independientemente de que sean atmosféricos o turboalimentados, ya que toman el aire de admisión de la sala de máquinas (que es un espacio cerrado) y por lo tanto la sala debe tener una buena ventilación para que haya un buen flujo de aire y se pueda oxigenar correctamente.



- Imagen n°13: imagen donde se muestra la carcasa metálica del filtro de aire, el turbocompresor y la salida de gases de escape de un motor Caterpillar 3516 B.



El motor dispone de unos filtros de aire que evitan que entre carbonilla o restos de impurezas al él. Estos filtros tienen cuerpo metálico de rejilla y forma de cilindro. Además del aire de admisión con el que el motor realiza la mezcla con el diesel dentro de cada cilindro, también están los gases de escape.

- Imagen n°14: filtro de aire armado

Es necesario controlar debidamente su temperatura de salida y por eso cada turbocompresor tiene en su entrada un medidor de gases de exhaustación. Esta temperatura es importante tenerla en cuenta ya que si fuera significativamente alta, significaría que el motor no trabaja correctamente. A parte de que podría significar que el motor trabaja incorrectamente, una elevada temperatura en el colector de escape hace que se disparen los niveles de NOx y SOx, con lo que el buque contaminaría muchísimo más de lo habitual. La temperatura habitual de trabajo que debe medir el sensor situado en la entrada de los turbocompresores debe ser de unos 690°C a 750°C, que sería la temperatura máxima que puede medir el sensor.

A partir de los 750C° empezaría a funcionar la alarma que nos indica una temperatura excesiva de los gases de escape de motor.

Los gases de escape además de tener un sensor de temperatura en el turbo, tienen un analizador de gases que mide los niveles de CO₂, NOx y azufre entre otros para revisar que no contamine en exceso en ningún parámetro.

Otro elemento que nos ayuda a medir la temperatura en el sistema de escape del motor son unos pirómetros situados en la salida de los orificios de las válvulas de escape de los cilindros del motor. Esta temperatura, sirve sobre todo para determinar que la combustión en el interior del cilindro se realiza de manera correcta y dependiendo de la temperatura y del histórico de temperaturas que vaya registrando, se puede saber aproximadamente el estado del interior del cilindro desde el apartado térmico y también de las dos válvulas de admisión y escape que posee cada cilindro para evitar problemas graves de estos elementos del motor, como posibles roturas o el acanalamiento de válvulas.

Además del pirómetro que mide la temperatura gracias a la radiación térmica que emite el metal, el sistema también dispone de termopares. Los termopares están formados por dos metales unidos entre sí que producen un voltaje que es función de la diferencia de temperatura entre cada uno de sus extremos, denominados punto frío y punto caliente respectivamente, miden con exactitud la temperatura de un determinado punto.

Otro de los puntos a mencionar es el sistema de arranque de motor de este buque. En motores náuticos medianos y grandes es habitual que el motor se arranque con aire comprimido, pero este no es el caso de este remolcador, que se sirve de un motor de arranque eléctrico convencional que se engrana en un volante que acoplado al motor hace que este gire hasta arrancar.

Otro sistema vital para el correcto funcionamiento del motor es su sistema de pre-lubricación. Este sistema sirve para evitar desgastes o roturas por la fricción excesiva de las piezas del motor entre sí y que se activa automáticamente cuando se quiere arrancar el motor.

Estos motores se controlan desde sus propios paneles de operación dónde pueden arrancarse automática o manualmente y también desde un mando situado en el puente de gobierno que sirve como control remoto.

El arranque del motor se puede realizar de dos maneras.

- La primera es de forma automática y remota donde no es necesario operar desde la sala de máquinas.
- La segunda manera posible de arrancar es de manera manual desde el panel de control que cada motor tiene en la sala de máquinas del remolcador en cuestión.



Mediante este cuadro de operación del motor, se tiene constancia de diversos parámetros del propio motor, alarmas y también puede realizarse una parada de emergencia inmediata manualmente.

- Imagen nº15: imagen de un panel de control de un motor principal

Los indicadores de colores que hay en la parte derecha indican el estado del motor. Cuando el motor recibe la orden de arranque, el testigo naranja se ilumina y realiza un chequeo del sistema y poco después, si todo está en orden y el funcionamiento del sistema de pre-lubricación es correcto, se enciende el indicador verde (todo está correcto) y el motor arranca.

Los dos testigos rojos indican que el motor debe rebajar su velocidad de giro ya que se están excediendo las revoluciones por minuto máximas de giro del motor o que es necesaria una parada de emergencia, que si es debida a un mal funcionamiento del motor, este parará automáticamente.

Si se quiere realizar una parada de emergencia del motor manualmente, se puede detener pulsando un gran botón de color rojo situado en el centro de la caja.

Mientras este oprimido el botón de emergencia (manual) que debe ponerse a sitio manualmente, el motor quedará totalmente inactivo e inutilizable y no atenderá a ninguna petición de arrancada remota o manual.

El interruptor giratorio de la izquierda sirve para seleccionar el modo de arranque del motor. Tiene las posiciones de manual, remoto (automático), off (desconectado) y una posición para pararlo momentáneamente si la temperatura del motor es demasiado elevada.

La posición “cooldown” desactiva momentáneamente el motor durante unos minutos para que la temperatura de refrigerante de motor, de aceite de lubricación o de gases de exhaustación, dependiendo de cuál sea el foco del problema en el motor, baje y este pueda volver a operar durante algún tiempo más.

Si el problema persiste este ciclo se puede repetir mientras se opere con el motor dañado evitando o minimizando los daños producidos por un exceso de temperatura en este, si fuera indispensable su uso durante algún tipo de maniobra de remolque o en situaciones de excepción o emergencia.

7.2) Transmisión:

Una vez explicadas las características y actuadores principales de los motores principales tenemos la transmisión.

La salida del motor, donde se acopla directamente el eje, está orientada a proa y popa respectivamente dependiendo de si se trata del motor de babor o estribor. El eje (que tiene un diámetro de 273mm) termina en un embrague por presión de aceite de la marca TwinDisc, entre la entrada en la cabeza del propulsor (Aquamaster) y el embrague de la transmisión que se realiza por medio de un eje cardan. La transmisión se encarga de trasladar la potencia del eje del motor principal a las hélices en su totalidad o parcialmente.

Las características principales de la transmisión TwinDisc son las siguientes:

Rango de poder: *2500 kilovatios a 1500 Rpm*

Control: *Manual-mecánico-electrónico*

Peso: *2300 kg*

Alarmas:

- *Sobrecalentamiento*
- *Obstrucción del filtro*

Sensores:

- *Presión aceite*
- *Temperatura aceite*
- *Velocidad de salida*

Este tipo de transmisión de potencia en Z, se compone de dos transmisiones en ángulo de 90° con dos sistemas de engranajes, uno en la zona alta (engranaje alto) y otro en la zona baja (engranaje bajo).

Estos engranajes reducirán las revoluciones del motor principal a las del propulsor. Con este sistema no es necesario el uso de reductoras externas.

Tampoco es necesario el uso de timón (con su servo motor de accionamiento), debido a que el giro de la hélice es azimutal (360° sobre un eje vertical), lo que permite direccionar el empuje. Cada motor va acoplado al propulsor mediante

un embrague de fricción MCD - 3000 - 4 HD TwinDisc. El embrague permite el trabajo de los motores principales sin accionamiento del propulsor azimutal.

En caso de operaciones contraincendios, se embragaran los propulsores entregando la potencia máxima de los motores principales a las multiplicadoras acopladas de las bombas contraincendios, quedando una potencia mínima para gobierno.

Esta máquina funciona con el MCD (Marine Control Drive). El MCD es un sistema formado por una serie de platos engranados entre sí, y dependiendo de qué platos estén engranados, la velocidad de giro en el eje puede variar considerablemente. La potencia que llega del motor es transmitida por un embrague modulado, que está formado por una serie de discos que están liberados para poder realizar un movimiento axial. Estos, pueden ser fijados de manera alternativa, o bien pueden formar un eje de embrague multidisco. Estos discos están fabricados en acero y son muy resistentes al desgaste. Tienen diversos canales gravados encima para que el aceite de lubricación fluya entre ellos y evitar posibles rozaduras, desgastes y posibles lesiones en el sistema.



En el caso del MCD, la presión de control de la transmisión no se aplica de forma directa al pistón, sino que se controla a través de un conductor centrífugo. En el eje de salida, hay un pistón radial del MCD que rota y es sujetado por la fuerza centrífuga de la propia rotación del eje. La fuerza de rotación del eje es controlada por la presión de control que siempre actúa en dirección contraria. Mediante una servo-válvula el gobernador del MCD aplica presión al embrague para que este trabaje de manera conveniente.

- Imagen nº16: imagen de una transmisión TwinDisc

Si hay un fallo eléctrico, la presión del sistema pasará a ser controlada por una válvula de aguja.

Si el fallo es hidráulico, el MCD tiene un sistema de seguridad para que el embrague pueda cerrarse de manera manual. Como apunte, además de transmitir la fuerza del motor a la hélice, el TwinDisc también dispone de una bomba de aceite para dar servicio a la maquinilla de cubierta para remolque.

El circuito hidráulico, que es el encargado de mover y hacer actuar al embrague tiene una bomba para que el MCD controle la presión y además hay una bomba encargada exclusivamente de lubricar el MCD.

Tanto el aceite de lubricación como el hidráulico, salen del mismo cárter o sumidero y fluyen a través de pequeños orificios colocados simétricamente.

Este sistema también tiene un filtro de aceite para evitar la entrada de restos e impurezas. Este filtro no tiene ningún tipo de mantenimiento y cuando se obtura tiene un “by pass” por el que pasa el aceite para evitar que se detenga el flujo de aceite, ya que si eso ocurriera acarrearía graves lesiones del sistema. El aceite de lubricación tiene una presión de unos 3 bares y fluye por los distintos mecanismos del embrague y los engranajes. El sistema de lubricación de aceite del TwinDisc lleva un termo-contacto que mide la temperatura. Cuando se excede la temperatura en el sistema el aceite, cambia de recorrido y pasa por un enfriador de aceite de agua dulce. Cuando la temperatura del aceite de lubricación vuelve a ser la correcta, sigue con su ciclo habitual. El nivel de aceite tanto de lubricación como hidráulico, ya que comparten un mismo cárter, se debe realizar cuando la temperatura de éste no supere los 65°C, para que el nivel no pueda ser adulterado. Cada 3000 horas de trabajo se deberá sustituir el aceite. Los TwinDisc funcionan con aceite hidráulico del tipo ATF. Este tipo de aceite tiene gran viscosidad, buen coeficiente de fricción y evita la excesiva formación de espuma en el circuito.

7.3) Propulsores:

Debido a que un remolcador tiene como objetivo principal el remolque de otros buques, la condición que gobernará la elección de un propulsor u otro será el tiro a punto fijo. La potencia instalada en un remolcador es la necesaria para cumplir con los objetivos del tiro a punto fijo. Dicha potencia, es mayor que la necesaria para alcanzar la velocidad de proyecto, por lo que no vendrá fijada por la resistencia al avance del buque.

El remolcador en cuestión irá propulsado por dos hélices azimutales de aluminio y níquel.

El equipo propulsivo del buque presenta las características siguientes:

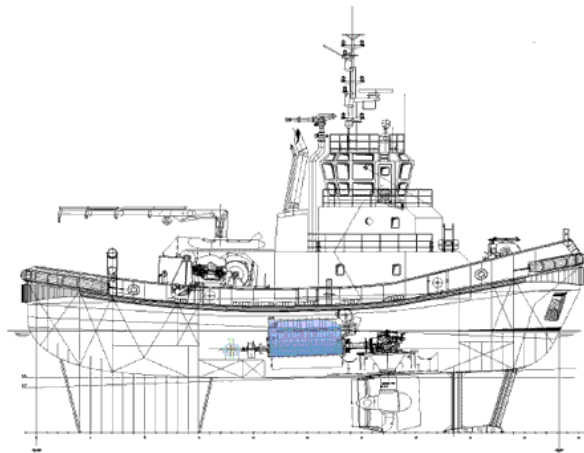
- Tipo de unidad: Aquamaster US 205
- Longitud desde eje conductor hasta eje propulsor: 3245 mm
- Potencia entrada: 1800 kilovatios / 1600 rpm
- Potencia de salida: 10,74 kNm
- Relación de engranaje: 6:1
- Rpm de la hélice: 267 rpm
- Diámetro: 2300 mm
- Velocidad de giro: 360° en 15 segundos
- Volumen aceite: 1150 litros
- Aceite hidráulico: 150 litros

Este diseño proporciona además, gran facilidad para su instalación, desmontaje, intercambiabilidad y operatividad de sus componentes. El diseño de este propulsor consta de tres módulos básicos:

- Cuerpo superior: Contiene los engranajes de reducción, embrague, elementos y engranajes de giro o gobierno de la unidad y el tanque de lubricación.
- Cuerpo intermedio: Consta del cilindro soporte, cilindro de gobierno, eje de transmisión vertical y el “bottom well cover”
- Cuerpo inferior: Contiene los engranajes de reducción secundaria, la carcasa, la hélice y la tobera.

Estas hélices operan con un árbol motor que transmite la fuerza que llega del TwinDisc al tubo reactor mediante un par de ruedas de engranaje de bisel en ángulo recto. Las ruedas están hechas de níquel y cromo con los dientes arqueados para un menor agarre entre ellas.

Las uniones del eje de la hélice son cónicas y tienen cojinetes de rodillos. El embrague de la hélice está situado sobre el eje conductor de esta y es actuado hidráulicamente.



- Imagen nº18: esquema de un remolcador que lleva instalado un propulsor azimutal a proa.

La unidad de propulsión puede girar en ambas direcciones sin limitaciones. El servo-motor está localizado sobre el engranaje alto de la unidad propulsora. La parte inferior de la unidad propulsora es solidaria al tubo de gobierno, el cual es solidario a través de un anillo deslizante de gran diámetro a la tapa del fondo del pozo y a la parte interior de la carcasa. El anillo deslizante está compuesto por un cojinete de rodillos y una rueda dentada y gira por dos motores hidráulicos a través de un engranaje planetario.

El aparato de gobierno comprende también un cuadro de mandos mecánico que indica la dirección de la hélice en todo momento, y también posee un sensor de dirección para la unidad eléctrica de control remoto.

La dirección hidráulica y sistema de lubricación están en la parte superior del propulsor.

La hélice es una Kaplan de acero inoxidable que está acoplada al eje por una junta a presión biselada y sin chaveta. La tobera, está construida de plancha de acero naval soldada y en la zona adjunta a las puntas de las palas de la hélice se dispone de una franja de acero inoxidable. La tobera se hace solidaria a la parte inferior de la carcasa por soldadura.

La tapa del pozo inferior está construida de plancha de soldadura. La unidad de propulsión se hace solidaria a la tapa del pozo inferior por soldadura y la tapa a su vez, se conecta con el casco del barco por tornillos.

Cada hélice tiene un planetario que es el encargado de hacer girar la hélice 360° en el plano horizontal. Utilizan aceite hidráulico para funcionar. Este aceite tiene su propio tanque del que mediante una bomba es enviado a los planetarios para su funcionamiento. Es enviado de nuevo al tanque una vez realizada su función en el planetario.

Los tipos de aceite que utiliza el propulsor Aquamaster son los siguientes:

- Para los engranajes del Aquamaster, se usa un aceite lubricante Mobilgear 629 que se almacena en la propia unidad propulsora.
- El aceite del sistema hidráulico es Mobil Dte 13M.

8. Equipo contraincendios del remolcador:

Se seguirá la normativa del Capítulo II del SERVIMAR de 1974 y su protocolo de 1978, enmiendas de 1981 a 1983, las reglas de Administración Española aplicables en este caso y lo estipulado por la Sociedad de Clasificación en la que esté registrado el buque en cuestión (en este caso Lloyd's Register).

Los principios fundamentales del SERVIMAR, en materia de prevención, detención y extinción de incendios son los siguientes:

- División del buque mediante mamparos transversales estancos que ofrezcan adecuada resistencia estructural y aislamiento térmico.
- Uso restringido de materiales combustibles.
- Detección, contención y extinción de los incendios en las zonas de origen.

- Separación entre alojamientos y resto del buque mediante mamparos límites.
- Protección de acceso a posiciones para combatir el incendio y rutas de escape.
- Disponibilidad inmediata de medios extintores.

De acuerdo con el reglamento del SEVIMAR, el buque pertenece al grupo III, Clase T (“Remolcadores, lanchas, gabarras, dragas, etc. que salen al mar”), que llevarán los mismos medios contra incendios que los de las clases Z o X de su mismo tonelaje bruto.

Por tanto, será de aplicación los requisitos que aparecen en el Capítulo II-2 “Construcción, prevención, detección y extinción de incendios”.

Tanto el servicio de baldeo como el de contraincendios, comparten un sistema de tuberías común. Del mismo colector principal, que recorre todo el buque correspondiente al servicio de baldeo, parten ramales para el equipo contraincendios hacia las cubiertas, así como a la Cámara de Máquinas.

Se dispondrá de tres tomas de baldeo en la proa del buque: una para el baldeo general y dos para los escobenes, utilizando las bombas asignadas a los servicios generales.

8.1) Servicio contraincendios interior:

8.1.1) Bombas contraincendios:

Según la administración española, este remolcador se trata de un buque de la clase T, y por lo tanto, debe llevar un equipo contraincendios equivalente a un buque de la clase Z. En esta reglamentación, es importante tener en cuenta que señala la obligatoriedad de que el buque remolcador en cuestión, conste de dos bombas contraincendios a bordo.

A bordo, por lo tanto, se dispone de dos bombas contra incendios de accionamiento independiente y además una bomba de emergencia, siendo un total de tres bombas contraincendios.

Cada una de las bombas contra incendios excepto la de emergencia, tendrá una capacidad no inferior al 80% de la capacidad total requerida dividida por el número total de las bombas exigidas, no siendo menor de 25m³/h.

El buque dispondrá de una bomba independiente de emergencia auto-cebada formada por un grupo motobomba, que estará situado por encima de la cubierta principal y será capaz de proporcionar un chorro de 12 metros de alcance. Estará situada en el compartimento del grupo de emergencia y será accionada por un motor diesel de arranque manual.

De esta manera se evita que un incendio en la cámara de máquinas inutilice todas las bombas de a bordo.

Características principales de la bomba contraincendios de emergencia:

- Accionamiento: Gasolina
- Tipo: Centrífuga / auto-cebada
- Caudal: 15m³/h
- Presión: 3 bar
- Potencia: 4 kW

Como último apunte, reseñar que la presión en las bocas contraincendios del buque no deberá ser inferior a 0,25 N/mm².

8.1.2) Colector contraincendios:

Se instalarán bombas de seccionamiento del colector que permitan aislar el tramo del mismo que se encuentre en Cámara de máquinas. Serán colocadas fuera de este espacio y fácilmente accesibles. Una vez cerradas estas válvulas, todas las bocas excepto las de la cámara de máquinas, deberán tener presión suministrada por la bomba de emergencia.

El diámetro interior de las tuberías deberá ser tal que el caudal que circule por ellas no sea inferior de 140m³/h a una presión de 2,5bar.

El diámetro del colector principal contraincendios viene dado, según la ordenanza L.R 6-4-12.3 por la siguiente expresión:

- $D_c = L_{pp} / 1,2 + 25\text{mm}.$

El diámetro de los colectores, asegura el caudal mínimo requerido y la presión necesaria en las bocas contraincendios, no siendo esta, superior a la presión máxima que pueden soportar las mangueras contraincendios del buque.

8.1.3) Bocas contraincendios:



El número y la distribución de las bocas será tal que al menos, un par de chorros no procedentes de la misma boca contraincendios, uno de ellos lanzado por una manguera de una sola pieza, puedan alcanzar cualquier parte del buque accesible por la propia tripulación de este. Las bocas deberán estar emplazadas en lugares protegidos. Se instalará una válvula o racor estandarizado en cada manguera para que la conexión entre estas y las bocas sea lo más rápida y fácil posible y no se tengan que parar las bombas. En este caso, es un racor tipo Barcelona como el de la imagen.

8.1.4) Mangueras contraincendios:

Las mangueras del remolcador deben ser de un material resistente al calor que no se degraden debido a las altas temperaturas derivadas de un incendio. El material utilizado para su fabricación debe de ser aprobado por la administración pertinente.

Cada manguera contará con una lanza y los acoplamientos necesarios y estarán estibadas de manera visible, cerca de las bocas contraincendios.

De esta forma, podrán utilizarse de forma inmediata si fuera necesario.

El remolcador en cuestión deberá llevar 3 mangueras, ya que para buques de menos de 1000 TRB deben de disponer de una manguera por cada 30 metros de eslora más una de repuesto, pero han de tener un mínimo de tres unidades.

En la cámara de máquinas del buque hay una boca contraincendios con su correspondiente manguera.

Características de las mangueras de abordó (en total son 4):

- Material: Armtex
- Diámetro interno: 39 mm
- Peso: 290 g/m
- Presión: 68 bar
- Longitud: 18 m

Todas las mangueras, según la normativa del SOLAS, Regla 5 - capítulo II, estarán dotadas de sus lanzas correspondientes de 12 mm, doble efecto, aspersión y chorro. Deberán contar también, con un dispositivo de cierre.

8.1.5) Conexión internacional a tierra:

Se debe disponer de este tipo de conexión a cada uno de los costados del buque. La conexión esta fabricada en acero y ha sido proyectada para una presión de 10,5 kg/cm².

La brida de la conexión es plana por un lado y en el otro lleva un acoplamiento permanente que se adapta a las bocas contraincendios y mangueras del remolcador.

Esta conexión debe guardarse a bordo del buque, con una junta de cualquier material que sea adecuado para soportar una presión de 10,5 kg/cm² y cuatro tornillos o pernos de 16 mm de diámetro y 50 mm de longitud con las correspondientes 8 arandelas.

Las bridas para la conexión, se ajustarán a las dimensiones normalizadas estipuladas en el capítulo II del SERVIMAR y son las siguientes:

- Dimensión exterior: 178 mm
- Dimensión interior: 64 mm
- Diámetro del círculo de los pernos: 132 mm
- Ranuras en la brida: 4 agujeros de 19 mm equiespaciados
- Espesor: 14,5 mm
- Pernos: 4 juegos de 50 por 16 mm con arandelas

8.1.6) Equipos de extinción de incendios en la cámara de máquinas:

Según la regla 3.19 del SOLAS en consideración a los distintos espacios y accesos en los buques, se consideran espacios de categoría A los espacios y troncos de acceso a salas y cámaras que contengan motores de combustión interna utilizados para la propulsión principal y motores de combustión interna utilizados para fines distintos de la propulsión principal, siempre que estos motores tengan una potencia conjunta no inferior a 375kW. Estos emplazamientos, según la regla 7.2 del capítulo II, estarán provistos de los siguientes sistemas de extinción de incendios (sala de máquinas):

- Un sistema de gas que cumpla con lo dispuesto en la regla 5 del SEVIMAR.
- Un sistema de espuma de alta expansión que cumpla con lo dispuesto en la regla 9 del SEVIMAR.
- Un sistema aspersor de agua a presión que cumpla con lo dispuesto en la regla 10 del SEVIMAR.
- Un equipo extintor portátil de aire y espuma que cumpla con lo dispuesto en la regla 6.4.



- Imagen nº20: extintores contraincendios de distintos modelos.

En cada uno de estos espacios habrá como mínimo, 2 extintores de espuma de un tipo aprobado con una capacidad mínima de 45 litros, o modelos de extintor equivalentes en un número suficiente para poder alcanzar cualquier sistema o parte de la sala que presente riesgo de incendio.

Deber haber un número de extintores suficiente como para no tener que andar más de 10 metros desde cualquier punto de la sala de máquinas hasta llegar al extintor más cercano.

En este remolcador de puerto, el único espacio de categoría A en todo el buque es la cámara de máquinas.

8.1.7) Sistema de extinción fijo de gas:

El único espacio de categoría A en el buque es la sala de máquinas.

El agente extintor que se usa en este sistema es el gas FE-13, que es un agente limpio de alta presión que sirve para extinguir fuegos que puedan producirse en la sala de máquinas de manera inmediata.

El FE-13 (HFC 23) es un gas incoloro, casi inodoro, eléctricamente no conductor, con una densidad aproximadamente unas 2,4 veces la del aire. Extingue el fuego principalmente por medios físicos.

Como todos los agentes fluorados que sustituyen el halón 1301, el FE-13 extingue los incendios principalmente por absorción de calor. El FE-13 no deja residuos tras su aplicación, ya sea por una descarga fortuita por falsa alarma o por la existencia de fuego. El FE-13 es totalmente seguro para aplicaciones en áreas ocupadas.

En la actualidad, no existe ningún agente extintor con este margen de seguridad tan amplio, siendo el NOAEL (Non Observed Adverse Effects Level, que es el nivel de exposición experimental que representa el máximo nivel probado al cual no se observan efectos tóxicos) del 50 %.

Las botellas de gas, están instaladas en la proa del buque, en la sala de máquinas. Como en el caso del CO, el FE-13 también extingue los incendios principalmente por absorción de calor desplazando todo el oxígeno de la sala de máquinas. Este agente, como se ha comentado anteriormente, tiene la gan ventaja de que no deja residuos durante su operación.

Debido a su presión de 41 bar a 20º C, el FE-13 no requiere presurización con nitrógeno. El agente está almacenado en cilindros de alta presión de acero estirado sin soldadura y se descarga a través de válvulas LPG. El sistema instalado en el buque, es de sistema centralizado y tiene como ventajas que se trata de un sistema más fáciles de mantener y solo se ha de asegurar que en menos de diez segundos, se produzca la descarga de la cantidad necesaria del agente para proteger y extinguir el fuego en cuestión. Dos características importantes del agente es que no destruye la capa de ozono ni es conductor de la electricidad. Así pues, la extinción por este agente, mantiene protegido en caso de incendio en la cámara de máquinas del remolcador la maquinaria instalada en ella y los motores.

Para disparar la extinción del agente FE-13 se puede realizar desde el puente o a través de unos disparadores situados en cubierta.

Hay que asegurarse bien que no haya nadie dentro de la sala de máquinas y cerrar bien todas las aberturas y escotillas de la sala para que el agente quede dentro de ella y sea más efectivo.

No debe quedar personal ya que como este gas desplaza el oxígeno, no quedaría aire para respirar. A no ser que se entre con los equipos de respiración asistida y material necesario, nadie debe entrar en la sala de máquinas durante un tiempo mientras duren los efectos del agente FE-13.

En el puente siempre hay un panel de detección de incendios en diversas zonas del buque, y por supuesto de la sala de máquinas.

El botón que sirve para activar el FE-13 e el puesto de mando, esta protegido por un cajetín de hierro para que no pueda ser apretado por error a la ligera.



- Imagen nº21: imagen de las botellas que almacenan el gas extintor FE-13

8.1.8) Dispositivos móviles lanza espuma:

Según la regla 7 del SOLAS, el buque debe de tener dos dispositivos portátiles lanza espuma formados por una lanza para aire/espuma de tipo reductor, susceptible de quedar conectada al colector contra incendios por una manguera contra incendios y un tanque portátil que contenga como mínimo 20 litros de líquido espumógeno, más un tanque de respeto.

La lanza dará espuma apropiada para combatir un incendio de hidrocarburos a razón de $1,5\text{m}^3/\text{min}$.

Estos dispositivos se estibarán en el acceso a la sala de máquinas del buque.

Se trata de unos Skum modelo MI 25-P y tienen las siguientes características:

- Presión de trabajo máxima: 16 bares
- Capacidad a presión máxima: 400 litros/min
- Peso: 2,6 kg
- Material: Latón
- Caída de presión : 35 % (aproximadamente) de la presión de entrada



- Imagen nº22: imagen de una válvula de paso usada en un dispositivo lanza espuma.

8.1.9) Extintores de espuma:

Según el SOLAS y el reglamento de Loyd's Register (sociedad clasificadora del buque) deberá haber un número de extintores tal que cualquier punto de la cámara de máquinas no diste más de 10 metros de un extintor, debiendo haber como mínimo 2 unidades.

Teniendo en cuenta que la cámara de máquinas tiene una longitud de 17 metros, se instalarán 2 extintores de espuma de 45 litros por unidad.

8.1.10) Detectores contraincendios:

El espacio de la sala de máquinas no tiene una dotación permanente contraincendios, y por lo tanto, deberán instalarse sistemas de detección y alarma contraincendios que satisfagan las disposiciones expuestas en la Regla 13 (SEVIMAR).

El remolcador debe disponer de dos detectores de humo en la cámara de máquinas y de un detector de fuego.

El sistema de detección de incendios, deberá originar señales acústicas y ópticas en el puente de mando y en el puesto de control de la sala de máquinas.

8.1.11) Dispositivos de extinción de incendios en los espacios de acomodación y de servicio:

La regla 13 del SEVIMAR estipula que en los espacios destinados a la acomodación de la tripulación y de servicio y en los puestos de control, tiene que haber dos extintores portátiles en cada espacio, cada cubierta y entre cada dos mamparos estancos o que sean resistentes al fuego de tipo A. Se entiende por extintores portátiles aquellos que no pesen más de 25 kg/unidad. Los extintores que se usan a bordo del buque deben cumplir la reglamentación específica que dicta la administración española, así como lo dispuesto por el mismo SOLAS y la sociedad clasificadora del buque. Deben tener una capacidad de 6 kg, de CO₂ y estarán ubicados en los siguientes lugares:

- Local de control
- Puente de gobierno
- Cocina
- Pasillo de acomodación debajo de la cubierta principal
- Pasillo de acomodación de la cubierta principal
- Distribuidor de la cubierta de botes

El sistema de detección de incendios y de alarma, deberá cumplir con lo dispuesto en la regla 13 del SEVIMAR. Este sistema debe de poder indicar automáticamente, la existencia o indicios de un incendio y localizarlo.

Hay dos tipos de detectores básicos: de calor y de humos. Todo el sistema estará monitorizado por medio de un panel de control situado en el puente de gobierno.

Las alarmas conectadas a los detectores de humo saltarán cuando la densidad de humo exceda en un 12,5%, y las de los detectores de calor se activarán cuando la temperatura exceda de 78°C y ante un incremento superior a 1°C/min.

El buque llevará seis cargas de respeto para los extintores de CO₂ y una para el extintor de espuma.

El sistema en general, consta de los siguientes elementos:

- Detectores de calor y de humo
- Panel de alarmas en el puente de mando
- Panel de alarmas en el puesto de control de la sala de máquinas
- Pulsadores de alarma en la sala de máquinas
- Unidad actuadora de bombas rociadoras
- Alarma en cubierta, sala de máquinas y zona de habilitación

El remolcador también lleva una central contraincendios de vigilancia en 5 zonas:

- Cámara de máquinas: 2 detectores de humo y un detector de fuego en el local de control.
- Puente de gobierno: 1 detector de humo
- Cocina: 1 detector de fuego
- Pasillo acomodación de cubierta principal: 1 detector de humo
- Pasillo acomodación de cubierta de castillo: 1 detector de humo

8.1.12) Equipo de bombero:

De acuerdo con la Regla 17 del SEVIMAR capítulo III, todos los buques llevarán a bordo por lo menos dos equipos de bombero. Para la notación de clase FF1 la sociedad clasificadora del buque (Lloyd's) exige que se dispongan a bordo 4 equipos de bombero completos que cumplan con la reglamentación y disposiciones del capítulo I de la Regla 17 del SEVIMAR.

Un equipo de bombero al completo constará de las siguientes partes:

- Indumentaria impermeable y protectora
- Casco rígido
- Hacha
- Equipo de respiración autónomo
- Botas y guantes aislantes
- Lámpara eléctrica de seguridad con una autonomía mínima de 3 horas

Estos equipos, van estibados en sitios separados y que sean accesibles fácilmente. En el buque deber haber un equipo que pueda recargar las botellas de aire del equipo de respiración autónomo en menos de media hora.



El equipo de respiración consta de una botella de aire de 7 litros, cargada a 200 bares de presión y tiene una autonomía máxima de 35 minutos.

Este equipo cuenta con un transmisor de comunicaciones en la máscara y pesa un total de 13 kg.

- Imagen nº 23: equipo de respiración autónoma.

8.1.13) Planos de lucha contraincendios:

Según la sociedad clasificadora del buque LR y el SEVIMAR en su regla 20, se dispondrán planos contraincendios de disposición general con la siguiente información:

- Situación de los puestos de control
- Divisiones de clase “A”
- Divisiones de clase “B”
- Sistema de extinción de incendios
- Disposición de rociadores
- Disposición de extintores
- Disposición de medios de acceso
- Sistemas de ventilación

Estarán redactados en el idioma de abanderamiento y en inglés o francés y se guardarán por duplicado en un estuche estanco a la intemperie, en la cubierta y en el puente de gobierno y deberán estar claramente señalizados.

8.1.14) Disposición de los medios de evacuación:

Los medios de evacuación del buque se deben proyectar siguiendo las consignas de la Regla 45 del SOLAS.

Se deben disponer escaleras y escalas en todos los puestos de habilitación y dónde pueda encontrarse tripulación, que permitan una rápida evacuación del personal hacia la cubierta principal (menos en la sala de máquinas).

Se deben de tener en cuenta especialmente las siguientes disposiciones:

- A todos los niveles de los alojamientos, cada espacio o grupo de espacios restringidos, debe de tener, por lo menos, dos medios de evacuación distantes entre sí.

- Debajo de la cubierta expuesta más baja del buque, el medio principal de evacuación será una escalera, mientras que el medio secundario debe ser un tronco o una escala.
- Por encima de la cubierta expuesta más baja, los medios de evacuación serán escaleras, puertas o ambas cosas que den a una cubierta expuesta.

A modo de excepción, la administración puede considerar que un solo medio de evacuación poder ser suficiente, debido a la naturaleza y ubicación de los espacios afectados y del número de personas que normalmente se alojen en el buque o trabajen allí.

No se admiten pasillos ciegos (pasillos que solo tienen una vía de evacuación) de más de 7 metros de largo.

En caso de que la estación radiotelegráfica no tenga acceso directo a la cubierta expuesta, se tienen que proveer medios que permitan llegar a la estación o salir de ella.

Cada espacio de categoría A para máquinas tiene dos medios de evacuación y se debe cumplir con una de las siguientes disposiciones:

- Dos juegos de escalas de acero, tan separadas entre sí como sea posible, que conducirán a puertas situadas en la parte superior de dicho espacio y desde las que haya acceso a la cubierta expuesta. N general, una de estas escalas, dará protección continua contra el fuego desde la parte inferior del espacio hasta un lugar seguro fuera del mismo. No obstante, la administración podrá no exigir esa protección si, a causa de la disposición o de las dimensiones de la sala de máquinas o estancia de tipo A, se provee de una vía de evacuación segura desde la parte inferior de este espacio.
- Una escala de acero que conducirá a una puerta, situada en la parte superior del espacio, desde la que haya acceso a la cubierta expuesta. Además, en la parte inferior de la sala, en un lugar alejado de la primera vía de evacuación, tiene que haber una puerta de acero maniobrable desde ambos lados que ofrezca una vía segura de evacuación desde la parte inferior del espacio hacia la cubierta expuesta.

En buques de menos de 1000 toneladas de GT, la administración podrá aceptar que sólo haya uno de los medios de evacuación descritos en el párrafo anterior, como es el caso de nuestro remolcador, que dispone de la segunda opción.

La resolución MSC 98 (73) en el capítulo 13 dicta que las escaleras y pasillos utilizados como vías de evacuación, deben de tener una anchura libre mínima de 700 mm y un pasamano en uno de los lados.

Si tienen una anchura libre de 1800 mm, deberán disponer de pasamanos en ambos lados. Se describe como anchura libre, la anchura de pasillo o escalera que hay entre el pasamano y el mamparo de la pared, o entre los dos pasamanos del pasillo o escalera.

El ángulo de inclinación de las escaleras, debe de ser, como norma general de 45º y nunca debe exceder de 50º. En los espacios muy reducidos y sala de máquinas no deberá exceder de 60º.

Las puertas de acceso a una escalera deben tener la misma anchura de la propia escalera.

8.1.15) Integridad al fuego de mamparos y cubiertas:

Todos los mamparos y cubiertas deben tener como integridad mínima al fuego lo dispuesto en las tablas 44.1 y 44.2 (Regla 44 del SEVIMAR).

En el plano contra incendios se especificará el tipo de integridad de cada mamparo y cubierta respectivamente.

Requisitos a cumplir por una división de clase A:

- Está formada por mamparos y cubiertas de acero u otro material equivalente.
- Está reforzada.
- Impide el paso de humo y llamas en un ensayo de exposición al fuego de una hora de duración.
- Están aisladas de tal forma que la cara no expuesta no supere los 139ºC por encima de la temperatura inicial, ni puntualmente más de 180ºC en los intervalos siguientes:

A60: 60 minutos

A30: 30 minutos

A15: 15 minutos

A0: 0 minutos

Requisitos a cumplir por una división de clase B:

- Está formada por mamparos y cubiertas de acero u otro material equivalente.
- Impide el paso de humo y llamas en un ensayo de exposición al fuego de una hora de duración.
- Está reforzada.

- Están aisladas de tal modo que la cara no expuesta no supere los 139°C por encima de la temperatura inicial, ni puntualmente más de 225°C en los intervalos siguientes:

B15: 15 minutos

B0: 0 minutos

8.1.16) Sistema automático de rociadores:

El remolcador en cuestión, lleva instalado un sistema de extinción de incendios mediante rociadores, que cumple con los requisitos de la Regla 12 y actúa de manera independiente.

Los rociadores están agrupados en secciones y disponen de alarmas acústicas y ópticas para advertir su inminente entrada en funcionamiento. Cada una de las secciones en las que se dividen estos rociadores, puede cerrarse mediante una válvula que tiene un manómetro que indica en todo momento la presión del sistema.

Cada sección dispone de su propia bomba independiente para suministrar un caudal suficiente y un tanque de agua dulce para abastecerse. La bomba también dispone de una toma de mar y tiene dos alimentaciones independientes.

Los rociadores deben de estar aprobados por la administración pertinente y resisten, en gran medida, la corrosión marina. Estos entran en funcionamiento a partir de unos 75°C y proporcionan un caudal de 5 litros/m² por minuto.

8.2) Servicio contraincendios exterior:

El buque tiene que ir equipado con un equipo que cumpla con todos los requisitos para la asignación de la clase FF1 por parte de Lloyd's.

Estos requisitos, se especifican en la séptima parte del tercer capítulo del reglamento de Lloyd's:

- Capacidad mínima total de las bombas: 2400m³/h
- Número mínimo de bombas: 2
- Número mínimo de monitores: 2
- Capacidad de descarga por monitor: 1200m³/h
- Altura mínima de chorro de los monitores: 45 metros
- Alcance mínimo del chorro: 120 metros
- Capacidad mínima de F.O. para los monitores: 24 horas
- Número de conexiones de manguera mínimas por costado: 4
- Número mínimo de equipos de bombero: 4

El sistema consta de:

-Sistema de extinción de incendios:

- Dos monitores de agua
- Dos bombas principales contra incendios
- Un sistema hidráulico para accionar los monitores
- Válvulas
- Dos cajas de engranajes
- Un panel de control de las cajas de engranajes

-Sistema de autoprotección "Water spray system"

Se extraerá una parte del caudal del ramal principal que será enviado a los difusores repartidos para proteger las superficies verticales del casco del propio remolcador de las altas temperaturas producidas por el incendio.

La clasificación del tipo FF1 requiere de una serie de aspectos constructivos que se han de tener en cuenta, y que dicta la propia Lloyd's:

- El buque debe de tener una estructura reforzada, siempre que sea necesario, para poder soportar las fuerzas derivadas de los sistemas de extinción de incendios, cuando estos trabajan a máximo rendimiento.
- Las entradas de agua para la alimentación del sistema contraincendios del buque deberán de estar lo más bajas posibles, con la finalidad de evitar la entrada de hielo o fuel procedente de la superficie del mar.
- Las válvulas de entrada de agua de mar deberán de disponer de una entrada de vapor de agua a baja presión.
- Cada buque dispondrá del calado y la estanqueidad exigidos por los requerimientos de la Autoridad Nacional. En el buque, debe de haber suficiente información para manejar los tipos de situaciones que puedan suceder correctamente. Esta información deberá dar cuenta del efecto de los monitores, cuando estos operan a máxima capacidad, en todas las direcciones posibles.
- Deben de disponerse de los sistemas necesarios para mantener la posición del buque, con el fin de que los monitores funcionen eficientemente.

8.2.1) Monitores contraincendios:

Los cañones de lucha contra la extinción de incendios son muy robustos y de mínimo mantenimiento. Son capaces de mandar un potente chorro de agua que puede alcanzar centenares de metros con una precisión bastante alta. Están fabricados por el mismo fabricante de las bombas contraincendios del buque.

La disposición de los dos monitores será uno a babor y otro a estribor a proa del puente de mando y se emplazarán sobre pequeñas plataformas, permitiendo que actúen simultáneamente cubriendo los 360°. Los monitores son de trayectoria de flujo único, están diseñados para ser accionados electro hidráulicamente por control remoto y disponen de un volante de emergencia de accionamiento manual.

Uno de los principales objetivos al diseñar los monitores es suavizar el flujo antes de su entrada en la lanza, ya que al proceder de la bomba en un régimen muy turbulento, es preciso pasarlo a un régimen laminar antes de su entrada en la boquilla principal al final de la lanza. Para corregir el paso de un flujo a otro, se colocan filtros de flujo al comienzo y al final de la lanza aunque el mejor desarrollo de flujo se consigue colocando una boquilla en forma de cono. En este caso, los cañones llevan un homogeneizador de flujo, que asegura un óptimo desarrollo del chorro de agua que se regula en el cañón mediante una válvula de mariposa.

El material para los bastidores principales es el aluminio, níquel y bronce que le dan al cuerpo del cañón una gran resistencia a la corrosión. El acero inoxidable y derivados son usados para la fabricación de los componentes más pequeños de la unidad. Las maniobras para llevar a cabo el movimiento horizontal y de elevación del cañón se realizan a través de un cojinete de bolas de acero inoxidable y debe de estar bien engrasado para el correcto funcionamiento del conjunto.

El monitor esta sellado por anillos en forma de O para que no pueda perder la presión interna.

También está protegido por una ligera cubierta de fibra de vidrio que puede ser retirada rápidamente.

Las piezas y elementos internos del cañón están bien protegidos ante cualquier impacto externo o sustancia dañina, alargando así la vida útil del elemento.

Los movimientos verticales y horizontales son manejados por motores eléctricos y un sistema electro-hidráulico que opera con corriente.

Todos los engranajes están completamente sellados y aislados del entorno para eliminar lo mejor posible así el contacto accidental con ellos.

Las características más importantes de los monitores son las siguientes:

- Peso: 170 Kg
- Capacidad nominal: 1500 m/h
- Capacidad reducida: 300 m/h
- Sector de elevación: -20° hasta 80°
- Sector horizontal: -/+ 180°

- Operación de elevación horizontal: Eléctricamente o manualmente
- Doble flujo: Operación eléctrica
- Deflector de rocío: Quitar operación eléctrica
- Conmutadores limitadores: Ajustables
- Presión de entrada: Dependiendo de la altura del flujo
- Presión estática: Probado a 24 bares
- Materiales internos: Acero inoxidable y Bronce
- Cubierta monitor: Fibra de vidrio reforzada con poliéster.
- Fuente de energía: 380-440 V/3
- Sellos: Anillos de nitrilo



- Imagen nº24: imagen de un cañón contraincendios de un remolcador de puerto.

8.2.2) Bomba contraincendios:

La bomba contraincendios SFP es una bomba de una sola etapa centrífuga y de doble aspiración, con una obertura de entrada horizontal con respecto al fondo de la cámara de maquinas y tiene una salida vertical hacia las demás partes del circuito contraincendios.

Esta bomba funciona siendo acoplada al motor por la parte trasera (contraria al TwinDisc) y sus dimensiones son muy compactas para que ocupe el menor espacio posible en la sala de máquinas.

Este tipo de bomba es realmente fiable y requiere muy poco mantenimiento. Los pies de la bomba son robustos y se encuentran sujetos al fondo del buque para que la bomba sea menos susceptible a sufrir deformaciones causadas por la fuerza excesiva de su impulso y además se reducen las vibraciones del buque cuando esta entra en funcionamiento.

El material del eje de la bomba y de su impulsor es el acero inoxidable dúplex dotando al conjunto de mayor fuerza y una gran resistencia a la corrosión. El cojinete de bolas está permanentemente engrasado y la lubricación en la bomba es realizada de manera continua.

La doble cubierta de la bomba reduce las fuerzas radiales durante su funcionamiento y prolonga el tiempo de vida del elemento.

El rotor de la bomba es equilibrado antes de la instalación para evitar al máximo las posibles vibraciones de la bomba al realizar su trabajo.

Estas son las principales características de la bomba:

- Peso de la bomba: 420 Kg
- Materiales: Acero inoxidable y aleación de níquel, aluminio y bronce
- Materiales impulsor y eje: bomba Acero inoxidable dúplex
- Sello del eje: Tipo glándula embalaje
- Sello estático: O-ring
- Presión estática: 24 bar
- Velocidad nominal: 1800 rpm
- Capacidad nominal: 1641 m³/h

Tienen tomas de mar independientes situadas en el fondo del buque, para evitar la aspiración de hielo o hidrocarburos de la superficie marina. Estas tomas tienen un diámetro tres veces mayor que el de las tuberías de aspiración.

El motor propulsor donde se instalan las bombas, trabaja a revoluciones constantes, debido al tipo de propulsión y por lo tanto, es posible que durante las operaciones de lucha contraincendios en las que se hagan servir éstas

bombas, su carga de trabajo, pueda ser distribuida entre el accionamiento de las propias bombas y la propulsión. Esto se consigue gracias a una caja de engranajes, manteniendo constante la velocidad de giro del motor.

El acoplamiento entre ambas partes se realiza a través de una toma de fuerza (multiplicadora) que viene provista de un embrague, su propia bomba de lubricación con el pertinente filtro de aceite y un enfriador. También dispone de un acoplamiento elástico.



- Imagen nº25: imagen de una bomba principal contra incendios.

8.2.3) Caja de engranajes:

Gracias a la propulsión seleccionada el motor puede trabajar a revoluciones constantes, con lo que es posible que durante las operaciones de lucha contra incendios la carga de trabajo se pueda distribuir entre la propulsión y el accionamiento de las bombas, mediante una caja de engranajes manteniendo constante la velocidad de giro. Por lo tanto las bombas serán accionadas por los motores propulsores.

Utilizar la caja de engranajes permite que la rotación del motor y de la bomba sea compatible.

Como los motores son de menores revoluciones se necesitará una multiplicadora.

Para cada motor se dispondrá de una caja de engranajes de las siguientes características:

- Marca: Kvaerner
- Revoluciones (rpm): 1600
- Potencia consumida por la bomba (kW): 2643
- Peso (kg): 180
- Además la caja de engranajes cuenta con:



- Caja multiplicadora con embrague incorporado, equipada con bomba de lubricación mecánica, enfriador de aceite, filtros, manómetros, alarmas, control remoto eléctrico y manual (de emergencia).

- Acoplamiento elástico con el motor diesel.

- Acoplamiento elástico con la bomba contra incendios exterior.

- Imagen nº26: acoplamiento elástico.

Los acoplamientos elásticos sirven para absorber y amortiguar posibles variaciones del par motor y aceptar desalineaciones y desajustes en los ejes.

No tienen juego y por lo tanto no son ruidosos y no necesitan engrase.

8.2.4) Válvulas:

Hay tres tipos de válvulas en el sistema contra incendios:

- Válvula de entrada de agua salada: Existen dos válvulas de este tipo, una por cada bomba. Son válvulas de mariposa con un actuador neumático de doble acción para la salida y entrada y equipada con control de emergencia manual.
- Válvula de salida de la bomba contra incendios: Existen, al igual que en el caso anterior dos válvulas de este tipo. Son válvulas de mariposa con un actuador neumático y equipada con control de emergencia manual. El actuador será de doble acción, para posición de abierto y cerrado.
- Válvula "by-pass" de la bomba contra incendios: Hay dos.

8.2.5) Sistema de autoprotección:

Aquellos buques que van a operar en proximidades de grandes fuegos, es conveniente que estén protegidos contra el calor irradiado por dicho fuego, lo cual se consigue mediante un sistema llamado “water spray” que debe proporcionar una lluvia de agua sobre las superficies externas verticales expuestas del casco, incluyendo las casetas y por encima de los monitores, así como las áreas de cubierta bajo las cuales están los espacios de máquinas.

El agua, al ser pulverizada tiene una capacidad de evaporarse mayor que por ejemplo, si esta fuese proyectada a chorro por un monitor o manguera, o con rociadores convencionales.

El sistema ha de tener una capacidad total de 1600m³/h.

Estas son las principales ventajas del sistema:

- Refrigeración: Proyectando agua sobre ciertos equipos y elementos como el propio casco del buque, la temperatura a la que se están sometiendo en un incendio se disminuye considerablemente
- Dilución de los vapores combustibles: Gracias a las finas gotas y al elevado calor generado, el agua se evapora rápidamente y se genera vapor en gran cantidad. Este vapor generado, se mezcla con los vapores reduciendo la concentración de la mezcla comburente-vapor combustible. Este efecto se produce solamente en líquidos miscibles en agua.
- Sofocación: El vapor de agua desplaza el aire y por lo tanto, el oxígeno que sirve de comburente al incendio. Esta característica no es válida para materiales que puedan producir oxígeno en presencia de agua.
- Emulsificación: Este efecto se produce cuando los vapores combustibles son decantados gracias al contacto de los mismos con el agua pulverizada.

8.2.6) Sistema de control de monitores:

El sistema de control eléctrico de los monitores y de las cajas multiplicadoras está situado en el puente de mando y contiene:

- Un panel de control que va montado en la pared de 220V/380V x 380V/440V.
- Un panel de accionamiento con joystick fijo o portátil (con dos conexiones macho o hembra a la pared). Dispone de todas las funciones necesarias para el accionamiento y movimiento de los monitores así como la regulación de los cañones de agua y de espuma, parada de emergencia, etc.

- Un panel de control para las cajas multiplicadoras con control de embrague y alarmas por temperatura elevada y baja presión de aceite. El panel es ligero, unos 7 kg aproximadamente, va equipado con una correa que facilita el manejo y el transporte por parte del tripulante, permitiéndole elegir la mejor posición para operar gracias a los 8 metros de cable flexible de que dispone.

8.2.7) Bocas contraincendios:

El buque dispone de 6 bocas a cada costado (como mínimo debe tener 4). El tipo de boca será igual que el de las bocas interiores (racor Barcelona).

8.2.8) Servicios de acceso:



El servicio de acceso se compone de todos aquellos elementos que permiten a la tripulación desplazarse por el buque de un compartimento a otro de la forma más directa posible y en cualquier condición meteorológica.

Hay varios servicios de acceso como las escalas.

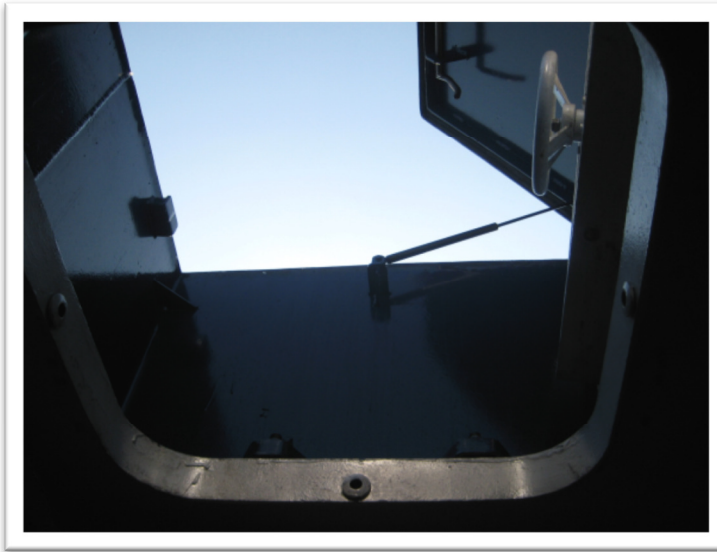
- Imagen nº27: escaleras de acceso a la sala de máquinas de un remolcador.

Las escalas interiores para acceso a las distintas cubiertas, cámara de máquinas y pañoles, así como las exteriores de acceso a la cubierta de la superestructura serán metálicas, compuestas de gualderas de llanta de acero y pasos de entramado normalizados.

Las escalas de las escotillas serán fácilmente desmontables para facilitar las descargas de materiales y equipos.

Todas las escalas tendrán pasamanos, en las escalas situadas sobre las cubiertas a la intemperie o las que conduzcan a ellas y en todas las escalas inclinadas interiores. Estarán dispuestas en sentido longitudinal con una inclinación entre 35 y 45º, no superando en ningún caso los 50º.

Estarán construidas con material incombustible y los peldaños estarán revestidos con material antideslizante. El ancho de los peldaños estará comprendido entre 203 y 279 mm, con una separación de estos de no más de 216 mm.



En cuanto a las tapas de registro, escotillas y puertas se normalizarán en la medida de lo posible respecto a tamaños, tipos, herrajes, accesorios, etc. para facilitar reparaciones, cambios de frisas y necesidades de respeto. Se proveerá cada cierre con los medios necesarios (topes, trincas, amortiguadores, etc.) para evitar que golpeen.

- Imagen nº 28: escotilla de emergencia de la sala de máquinas hacia la cubierta principal del remolcador.

Las puertas de acceso a los espacios situados en la cubierta principal y las situadas en los mamparos estancos de subdivisión serán estancas al agua. Por encima de la cubierta principal las puertas serán estancas a la intemperie.

Las bisagras de las puertas estarán situadas en la parte de proa de las mismas, de forma que el viento y los golpes de mar tiendan a cerrarlas.

El acceso a los tanques y espacios secos se hará a través de registros que tendrán una abertura de 500 mm de diámetro o equivalente.

Las tapas de las escotillas de acceso serán de acero con trincas y frisas flexibles. Llevarán volante de apertura en las dos caras y un muelle para mantener la escotilla abierta.

Las brazolas deberán cumplir con los requisitos impuestos por Lloyd's. Su altura será de 600 mm.

9. Equipos de seguridad y salvamento:

Se aplican los requisitos del capítulo III del convenio SEVIMAR, siendo nuestro buque del Grupo III Clase T.

Éstos son los mismos que para la Clase Z (buques de carga de más de 500 TRB excepto tanques).

9.1) Embarcaciones de supervivencia:

- Bote salvavidas o de rescate:

Este remolcador lleva instalado a bordo un bote de rescate que cumple con las condiciones de la regla 47.

El bote debe de tener 3.725 metros de eslora mínima, homologado, provisto de todo su equipo reglamentario y que podrá arriarse con todo su equipo por medio de un pescante giratorio de brazo sencillo y accionamiento manual, con elevación asistida. Esta propulsado con un motor fueraborda de gasolina de suficiente potencia. Las funciones de esta embarcación serán: evacuación, salvamento de náufragos, recogida de hombre al agua, lancha de buceadores, transporte de personal, etc. El bote salvavidas en cuestión, es un bote de salvamento semi-rígido P-Sling de la casa Zodiac modelo Ribo 340. Esta embarcación de rescate tiene una capacidad para 5 personas con un motor Mercury fuera borda, que entrega una potencia máxima de 25 CV. Además del rescate de personas en el mar, también se utiliza para el remolque de balsas salvavidas. A la hora de su utilización la tripulación debe ser de un mínimo de dos personas, el piloto y un rescatador. Estos deberán llevar chaleco salvavidas, casco y traje de inmersión.

Sus características principales son:

- Eslora total: 3,80 m
- Manga total: 1,71 m
- Diámetro del flotador: 0,450 m
- Numero de compartimentos: 5
- Volumen total: 1060 litros
- Eslora habitable: 2,30 metros
- Manga habitable: 0,80 metros
- Número de personas: 5
- Peso embarcación sin motor: 120 Kg
- Peso con motor: 220 Kg
- Peso en carga (75 kg por persona): 595 Kg
- Potencia máxima: 25 cv
- Depósito de combustible: 50 litros

La lancha esta formada por un flotador periférico encolado, casco rígido, sistema de izado, toldo para proteger la embarcación durante el almacenaje y un equipo de seguridad dentro de un saco en la proa de la embarcación. El flotador neumático está compuesto por 5 compartimentos, y cada uno de los compartimentos lleva una válvula de hinchado individual. Su presión de hinchado es de 240 milibares. El casco rígido de fibra de vidrio está equipado con un cáncamo de fondeo, dos puntos de izado para la grúa y la V de

remolcado va equipada con una driza de desprendimiento y un mosquetón con abertura bajo carga que permite soltar la V a distancia.

El motor Mercury fuera borda del bote está homologado por el Solas y lleva protección en la hélice.



- **Balsas de salvamento:**

Al ser la eslora menor de 85 m, se dispondrán dos balsas salvavidas (como mínimo según el SOLAS) auto inflables con capacidad total cada una para ocho tripulantes, estibadas adecuadamente a cada banda, con todo el equipo necesario.

Las balsas salvavidas son dispositivos de abandono de buque situadas en el remolcador a babor y estribor a la altura de puente de mando, lugar el cual es el punto de reunión durante el abandono del buque.

El dispositivo para liberar las balsas es de arriado por caída libre a través de unas rampas que conducen la balsa hacia el mar.

El sistema de arriado es el siguiente:

- 1-Liberación del sistema de cierre del contenedor.
- 2-Retirar las sanglas.
- 3-Ver que el extremo de la boza de disparo este amarrada al buque.
- 4-Arriar el contenedor por la rampa en la borda del buque.
- 5-Tirar de la boza de disparo para que se dispare el sistema de hinchado.
- 6-Si la balsa se hincha volcada, se puede adrizar a través de un soporte en la parte posterior.
- 7-Cerrar las mangas de vaciado rápido del fondo de la balsa.
- 8-Colocar la balsa cerca del buque para que la gente pueda embarcar con seguridad.
- 9-Una vez dentro de la balsa, mantenerse en una posición de seguridad y seguir las instrucciones de un superior o ayudar a gente necesitada.

9.2) Dispositivos individuales de salvamento:

Aros salvavidas: Lleva cuatro aros salvavidas. Dos con rabiza de 27,5 m, uno en cada costado y los otros dos con luces de encendido automático y repartidos por igual en ambas bandas. Forrados de lona y rellenos de material incombustible.

Según lo estipulado por el SOLAS todo aro salvavidas deberá cumplir las siguientes especificaciones:

- Tendrá un diámetro exterior de 800 milímetros como máximo y un diámetro interior de 400 milímetros como mínimo;
- Estará fabricado de material que tenga flotabilidad intrínseca; para flotar no necesitará anea, ni virutas de corcho, ni corcho granulado, ni ningún otro material granulado suelto ni ninguna cámara de aire que haya de inflarse.
- Podrá sostener, como mínimo, 14,5 kilogramos de hierro en agua dulce durante veinticuatro horas.
- Tendrá una masa mínima de 2,5 kilogramos.
- Dejará de arder o de fundirse tras haber estado totalmente envuelto en llamas durante dos segundos.
- Estará fabricado de modo que resista una caída al agua desde la altura a la que vaya estibado por encima de la flotación de navegación marítima con calado mínimo o desde una altura de 30 metros, si este valor es mayor, sin que disminuyan sus posibilidades de uso ni las de sus accesorios.
- Si está destinado a accionar el mecanismo automático de suelta rápida provisto para las señales fumígenas de funcionamiento automático y las luces de encendido automático, tendrá una masa suficiente para accionar dicho mecanismo de suelta rápida.
- Estará provisto de una guirnalda salvavidas que tenga un diámetro de 9,5 milímetros como mínimo, y una longitud que por lo menos sea igual a cuatro veces el diámetro exterior del aro. La guirnalda salvavidas irá sujeta en cuatro puntos equidistantes de la circunferencia del aro de modo que forme cuatro senos iguales.
- Luces de encendido automático de los aros salvavidas (las luces de encendido automático prescritas en la regla III/7.1.3): Serán tales que el agua no las pueda apagar, de color blanco y podrán permanecer encendidas de modo continuo con una intensidad lumínica de por lo menos 2 candelas en todas las direcciones del hemisferio superior o emitir destellos (destellos de descarga) a un ritmo de 50 como mínimo y de 70 como máximo por minuto con la correspondiente intensidad lumínica eficaz, por lo menos.
- También estarán provistas de una fuente de energía homologada.

- Señales fumígenas de funcionamiento automático de los aros salvavidas que emitirán humo de color muy visible en cantidad uniforme durante quince minutos por lo menos cuando floten en aguas tranquilas., no se inflamarán con explosión ni darán ninguna llama durante el período completo en que emitan humo. Tampoco se anegarán en mar encrespada y seguirán emitiendo humo durante diez segundos, por lo menos, cuando están completamente sumergidas en el agua.
- Rabizas flotantes que no formarán cocas, de un diámetro de 8 milímetros por lo menos y una resistencia a la rotura de 5 kN por lo menos.

Chalecos salvavidas: Dispone de 7 chalecos en los alojamientos pertinentes y 8 en cajas metálicas en las inmediaciones de las balsas. Los chalecos salvavidas son prendas de protección personal de ayuda contra la inmersión capaces de mantener a una persona a flote incluso estando inconsciente permitiendo una relativa libertad de movimientos en el agua. Estos elementos antes de su puesta en servicio para la protección en los buques han de pasar una gran cantidad de pruebas para comprobar su eficacia. Tienen que poderse colocar rápidamente y de manera sencilla y deben mantener la cabeza de la persona por encima del agua.

Los chalecos también deben cumplir con las pertinentes exigencias del SOLAS:

- Los chalecos salvavidas dejarán de arder o de fundirse tras haber estado totalmente envueltos en llamas durante dos segundos.
- Los chalecos salvavidas para adultos estarán fabricados de modo que al menos un 75 % de las personas que no estén familiarizadas en absoluto con ellos puedan ponérselos correctamente en un minuto como máximo sin ayuda, orientación o demostración previa y que después de una demostración, todas las personas puedan ponérselos correctamente en un minuto como máximo sin ayuda. Sólo se pueden manifiestamente poner de una manera o, siempre que sea posible, no se puedan poner incorrectamente y tienen que ser cómodos.
- Deben permitir que las personas que los lleven puestos salten al agua desde una altura de 4,5 metros como mínimo sin sufrir lesiones y sin que los chalecos se descoloquen o sufran daños.
- Los chalecos salvavidas para adultos tendrán flotabilidad y estabilidad suficientes en agua dulce tranquila para mantener la boca de una persona agotada o inconsciente a 120 milímetros como mínimo por encima del agua y el cuerpo inclinado hacia atrás formando un ángulo no inferior a 20° respecto de la vertical y también tiene que poder dar la vuelta en el agua al cuerpo de una persona inconsciente en no más de cinco segundos, desde cualquier posición hasta que la boca quede fuera del agua.

- Los chalecos salvavidas para adultos permitirán que las personas que los lleven naden una distancia corta y suban a una embarcación de supervivencia.
- Los chalecos salvavidas para niños estarán fabricados como los de los adultos y tendrán las mismas características, con la salvedad de que los niños pequeños podrán ponérselos con ayuda de una persona.
- Este tipo de chaleco para niños deberán mantener la boca de un niño agotado o inconsciente a una distancia por encima del agua adecuada a la talla de éste.
- Aunque se podrá ayudar a los niños que los lleven puestos a subir a una embarcación de supervivencia, no reducirán la movilidad de éstos de manera notable.



- Los chalecos salvavidas para niño llevarán marcadas la gama de tallas o pesos para la que el chaleco salvavidas satisface los criterios de ensayo y evaluación recomendados por la Organización. También tendrán signo de *niño* semejante al que aparece en el de *chaleco salvavidas para niños* aprobado por la Organización.

- Los chalecos salvavidas tendrán una flotabilidad que no quede reducida en más de un 5 % después de veinticuatro horas de inmersión en agua dulce.

- Imagen nº 30: imagen de un chaleco convencional.

- Todo chaleco salvavidas llevará un silbato firmemente sujeto por medio de un cordón.
- Chalecos salvavidas inflables: Todo chaleco salvavidas que para flotar tenga que estar inflado tendrá por lo menos dos compartimientos distintos, y cumplirá lo siguiente: se inflará automáticamente al sumergirse, estará provisto de un dispositivo que permita inflarlo con un solo movimiento de la mano y podrá inflarse soplando.
- Toda luz de chaleco salvavidas tendrá una intensidad lumínica de 0,75 candelas como mínimo en todas las direcciones del hemisferio superior y dispondrá de una fuente de energía que pueda dar una intensidad lumínica de 0,75 cd durante ocho horas por lo menos. La luz debe de ser de color blanco y estará provista de un conmutador manual.

Debe emitir destellos a un ritmo de 50 como mínimo y 70 como máximo por minuto, con una intensidad lumínica eficaz de 0,75 candelas como mínimo.

Trajes de supervivencia: Es un dispositivo de salvamento individual el cual permite a los marinos sobrevivir en caso de que caigan al agua, o tengan que abandonar el buque. Su situación a bordo se encuentra en el camarote de cada tripulante y en el mismo pañol de la cubierta principal donde están situados los chalecos salvavidas, para que puedan ser encontrados rápida y fácilmente.

Tienen una gran flotabilidad y ayudan a mantener el cuerpo a flote y caliente durante algunos minutos dependiendo de la temperatura ambiente del agua.

Al igual que los chalecos salvavidas disponen de silbato y son reflectantes a la luz.

En el buque se dispone de 6 trajes de inmersión sin aislamiento homologados que cumplen con la normativa del SOLAS:

- Será posible desempaquetarlos y ponérselos sin ayuda en dos minutos como máximo, teniendo en cuenta las otras prendas que haya que llevar, más un chaleco salvavidas si el traje de inmersión se tiene que llevar con chaleco salvavidas.
- Deben dejar de arder o de fundirse tras haber estado totalmente envueltos en llamas durante dos segundos.
- Han de cubrir todo el cuerpo, salvo la cara; las manos quedarán también cubiertas, a menos que el traje lleve guantes permanentemente unidos.
- Deben incorporar los medios necesarios para reducir al mínimo la entrada de aire en las perneras.
- Cuando una persona que lleve puesto un traje de inmersión salte al agua desde una altura de 4,5 metros como mínimo, no debe de entrar una cantidad excesiva de agua en el traje.

-El traje de inmersión permitirá que la persona que lo lleve puesto y que además lleve un chaleco salvavidas, si el traje se tiene que llevar con chaleco salvavidas:

- Suba y baje por una escala vertical de 5 metros de altura como mínimo.
- Desempeñe los cometidos normales relacionados con el abandono del buque.
- Salte al agua desde una altura de 4,5 metros como mínimo sin sufrir lesiones y sin que el traje quede descolocado o sufra daños.
- Nade una distancia corta y suba a una embarcación de supervivencia.



- Imagen nº31: esquema completo de un traje de supervivencia en alta mar.

-Un traje de inmersión que pueda flotar y que haya sido concebido para ser utilizado sin chaleco salvavidas estará provisto de una luz y silbato.

- Si el traje de inmersión se tiene que llevar con chaleco salvavidas, éste se llevará encima del traje de inmersión.
- Una persona que lleve un traje de inmersión deberá poder ponerse un chaleco salvavidas sin ayuda.

-Prescripciones relativas a las características térmicas de los trajes de inmersión.

- Un traje de inmersión hecho de un material que no sea intrínsecamente aislante llevará marcadas instrucciones que indiquen que debe llevarse con prendas de abrigo y estará confeccionado de modo que si una persona lo lleva puesto con prendas de abrigo y además con un chaleco salvavidas si se tiene que llevar con chaleco salvavidas, continúe ofreciendo suficiente protección térmica a la persona que lo lleve puesto para que, después de saltar al agua desde una altura de 4,5 metros y permanecer una hora en una corriente de agua tranquila cuya

temperatura sea de 5Cº, la temperatura corporal interna de dicha persona no descienda más de 2Cº.

- Un traje de inmersión hecho de un material que sea intrínsecamente aislante y que se lleve puesto solo o con un chaleco salvavidas, si se tiene que llevar con chaleco salvavidas, ofrecerá suficiente protección térmica a la persona que lo lleve puesto para que, después de saltar al agua desde una altura de 4,5 metros y permanecer inmersa durante seis horas en una corriente de agua tranquila cuya temperatura oscile entre 0Cº y 2Cº, la temperatura corporal interna de dicha persona no descienda más de 2Cº.

-Prescripciones relativas a la flotabilidad:

- Una persona que se encuentre en agua dulce y lleve puesto un traje de inmersión o un traje de inmersión con chaleco salvavidas podrá, hallándose boca abajo, darse la vuelta y quedar boca arriba en cinco segundos como máximo.

9.3) Equipo pirotécnico, lanzacabos y rescatador:

- Señales de socorro: Doce cohetes o proyectiles que lanzan una luz roja brillante con paracaídas y dos fumígenas flotantes.
Van acompañados de un aparato lanzador orientable.
- Aparato lanzacabos: Tiene que ser capaz de lanzar un cabo a una distancia de al menos 230 metros, con precisión aceptable y tiene que llevar, como mínimo, 4 cohetes y 4 cabos.



- Imagen nº32: imagen de un lanzacabos.

- Rescatador: Dispositivo colocado tanto a babor como a estribor del buque. Se trata de un brazo metálico que al accionarse se abate al mar y se despliega un sistema parecido a una escalera para que el hombre al agua se pueda agarrar y así ser rescatado por el remolcador de una forma rápida y segura.

Este dispositivo es accionado por una máquina instalada en un pañol de cubierta desde el cual se controla el funcionamiento del dispositivo. La máquina contiene un depósito de aceite para su lubricación. Como mantenimiento se pueden llevar a cabo las siguientes operaciones como rellenar el depósito de aceite cuando baje el nivel óptimo, realizar una limpieza por derrame de aceite, cambiar el tapón de llenado periódicamente, filtro de aceite y comprobar que el taraje del manómetro sea correcto.

9.4) Otros dispositivos de salvamento:

- Bandera y código de señales: al ser un buque de más de 100 T.R.B., deberá ir provisto de un juego de banderas y publicaciones del Código Internacional de Señales de la O.M.I.
- Radio-teléfonos bidireccionales: llevará dos radioteléfonos portátiles bidireccionales.
- Transpondedor de radar: llevará un respondedor de radar estibado en una balsa.
- Tabla de señales de salvamento: el buque llevará un ejemplar de cada una de las Tablas A y B en el Puente, protegidas por un marco de cristal y un ejemplar de las tablas B en cada balsa de salvamento, estibadas con el resto del equipo. Estas tablas contienen los gestos y movimientos que se han de realizar en caso de que queramos comunicar la emergencia.
- Botiquín: el barco estará dotado de un botiquín homologado tipo 2 y una guía médica.
- Radiobaliza: el buque llevará una radiobaliza homologada por SOLAS. Las radiobalizas son transmisores de seguimiento de la ayuda en la detección y localización de embarcaciones, aeronaves, y personas en peligro. En el sentido estricto, son la interfaz del Sistema Cospas-Sarsat1, el sistema internacional de satélites de búsqueda y salvamento (SAR). Cuando se activa, dichas radiobalizas envían una señal de socorro que, cuando no es detectada por los satélites geoestacionarios, se puede localizar por triangulación.



- Imagen nº33: imagen de una radiobaliza.

10. Equipos para la lucha y prevención de la contaminación:

Un buque, sea grande o pequeño siempre produce residuos y contamina. Para tratar correctamente estos residuos, el buque tiene que contar con un plan específico que consta de dos puntos imprescindibles:

- Las aguas negras y grises se tratan mediante una planta séptica.
- También se debe constar de un plan específico para el correcto tratamiento de las basuras de a bordo del buque.

10.1) Planta séptica y tratamiento de basuras:

La unidad de la planta séptica es una Hamworthy y presenta las siguientes características principales:

- Tipo: Super Trident Sewage Treatment Unit
- Modelo: PCH1543
- Potencia eléctrica: 220-240V/ 50-60 Hz
- Motor bomba: 180 W
- Motor del compresor: 0,35 kW
- Descarga bomba: 45 litros/minuto
- Capacidad compresor: 7 m³/h
- Temperatura de operación: 0-45°C
- Humedad máxima: 95%

Este es un sistema para el tratamiento de las aguas residuales en buques. El sistema usa un principio aeróbico para su funcionamiento, acoplado a un tratamiento del efluente final.

Este tipo de planta es muy aceptada por ser un sistema compacto, eficiente y flexible para todo tipo de embarcación. Puede operar con agua dulce o salada. Todo el sistema está conectado mediante tuberías con la acomodación y a la salida con la bomba de descarga de la planta séptica, situada en la cubierta principal.

La unidad está compuesta por un tanque dividido en tres compartimentos estancos encargados de diferentes funciones. El primero es un compartimento de aeración, el segundo un compartimento de colocación y el tercero un compartimento donde se trata el agua residual con cloro. Las aguas sucias entrantes van al compartimento de aeración donde a través de una bacteria aeróbica, los microorganismos son erradicados mayoritariamente de las aguas residuales por la adición del oxígeno.

Del compartimento de aireación, el agua residual pasa al siguiente compartimento donde se eliminan las bacterias dejando un efluente y el tercer compartimento es donde entrará en acción el cloro antes de que el agua restante sea descargada a tierra.

En el compartimento de aireación la bacteria reduce componentes como el carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno y sulfuros en dióxido de carbono, agua y otras células de diversas bacterias. El dióxido de carbono es emitido por el sistema de venteo y el agua va al siguiente compartimento. El aire para el primer compartimento es introducido por un compresor rotativo en la parte baja del tanque.

En el segundo compartimento las bacterias son devueltas al tanque de aeración a través de un tubo de aire. Una vez se elimina la bacteria y a través de un clarificador, el efluente pasa al tercer compartimento.

En el tercer y último compartimento se añade el cloro y se deja reposar al efluente para dar tiempo a que el cloro actúe y acabe con cualquier bacteria restante.

La unidad está equipada con una bomba de descarga y también con un flotador, que hace funcionar la alarma de alto nivel del último compartimento.



- Imagen nº34: imagen de una planta séptica autónoma de un remolcador.

La capacidad del tanque séptico es de 1,67 m³.

La unidad debe estar instalada en una posición de la sala de máquinas donde su manipulación para mantenimiento y actividad es bastante accesible. Estará sujeta al plano de la cámara de máquinas mediante agujeros de cerrojo y se recomienda su instalación en una zona donde los movimientos de rotación del buque sean lo menos posibles. El ángulo de escora máxima para el buen funcionamiento de la maquina es de 15º.

La bomba del tanque séptico de achique es una Alpha Laval y funciona a 400 V y 50 Hz. Trabaja a 2800 rpm con una potencia de 1,1 kilovatios.

En cuanto a las basuras de a bordo, se ha de tener en cuenta la legislación vigente impuesta por el Anexo V del Marpol, regulación 9. El anexo V del Marpol establece que todo buque de 400 toneladas de registro bruto o superior, y todo buque en el que viajen 15 personas o más, deberán de disponer de un plan de gestión de residuos o basuras a bordo, el cual el personal del buque deberá seguir.

En este plan, se establecen los procesos de recogida, almacenaje y disposición de la basura, además de los medios del buque para su prevención de la contaminación.

El plan de gestión tendrá un encargado a bordo que se encargará de que este se cumpla y seguirá las directrices desarrolladas por la organización internacional. Para su mejor entendimiento, el texto deberá ser escrito con un lenguaje estándar entendido por la tripulación, como inglés, francés, italiano o en este caso español.

El anexo V del MARPOL 73/78 establece también que todos los buques de 12 o más metros de eslora, tendrán colocados rótulos para notificar la eliminación de residuos de la nave.

Una vez implementado el plan de gestión de basuras, se debe tener en cuenta que esta prevención de la contaminación se lleva a cabo para ganar una rentabilidad y ayudar al medio ambiente mediante una combinación de tres técnicas como son la fuente de reducción, el reciclado de los residuos y su disposición. Esta prevención, llega incluso a la actuación de los proveedores para la reducción de basura a bordo del buque.

A la hora de llevar a cabo la recogida de basura, se debe identificar los recipientes para la recogida y separación de los diferentes residuos. También es necesario localizar e identificar la localización de los recipientes y estaciones de separación. Una vez localizada y separada la basura, se procede al desembarco de esta a una estación de tierra. Estas directrices para la gestión de residuos deben cumplirse de manera satisfactoria para la conservación del medio marino.

Este plan de reciclaje se lleva a cabo separando la basura orgánica de los plásticos, el papel, metales, vidrio o cristal y otros materiales. Una vez se haya llegado al límite de basura de uno de esos recipientes que albergan algún tipo de residuo clasificado, este será descargado en una estación adecuada en tierra para ser tratado correctamente y reciclado, si es posible.

10.2) Servicio de lucha contra la contaminación:

La protección del medio marino debe de ser una prioridad para todos. Los océanos cubren las dos terceras partes de la superficie de la Tierra y su protección se ha convertido en una de las principales cuestiones. La Organización Marítima Internacional es el organismo especializado y encargado de tomar medidas para prevenir la contaminación marina proveniente de los buques y mejorar la seguridad del transporte marítimo internacional.

Pese a que este último se ha incrementado de manera espectacular, la contaminación del mar por petróleo procedente de buques disminuyó un 60% en el decenio de 1980 y los derrames de petróleo se han reducido notablemente en los últimos 20 años en parte, a la utilización de mejores métodos para controlar la eliminación de desechos y a que los convenios han impuesto controles más estrictos.

El convenio más importante en relación a la lucha y prevención de la contaminación es el MARPOL. Este Convenio abarca no sólo la contaminación accidental por hidrocarburos y la causada por operaciones realizadas en el mar, sino también la provocada por sustancias químicas, mercancías envasadas, aguas residuales y basura. Cuenta con cinco anexos:

- Anexo I: reglas para prevenir la contaminación por hidrocarburos
- Anexo II: Reglas para prevenir la contaminación por sustancias nocivas líquidas transportadas
- Anexo III: Reglas para prevenir la contaminación por sustancias perjudiciales transportadas por mar en bultos
- Anexo IV: Reglas para prevenir la contaminación por las aguas sucias de los buques
- Anexo V: Reglas para prevenir la contaminación por las basuras de los buques

En cuanto a las sustancias nocivas para el entorno marino, debe saberse que las propiedades físico-químicas de los hidrocarburos o productos químicos vertidos en el mar, pueden variar enormemente y dependiendo del tipo concreto de hidrocarburos a manipular, se pueden necesitar diferentes equipos,

especialmente barreras y bombas, pero también dispositivos de almacenamiento. Además, una vez que los hidrocarburos han sido derramados, sus propiedades se modificarán, por ejemplo la viscosidad aumentará rápidamente a medida que se está produciendo la evaporación, o se formarán emulsiones.

Estos cambios tienen una influencia significativa sobre la eficacia de los equipos, bien requiriendo que se realicen modificaciones en los equipos que se están utilizando, o incluso que las operaciones se suspendan en su totalidad.

Las condiciones meteorológicas y marítimas influyen de forma significativa en la eficacia de las operaciones. Incluso en condiciones ideales de calma total, con los equipos adecuados y con las operaciones bien organizadas y controladas, a menudo sólo se puede recuperar una parte relativamente pequeña del total de hidrocarburos derramados. Con todo, en las circunstancias correctas las operaciones de contención y recuperación permiten reducir el daño de contaminación causado a los recursos marinos y al medio ambiente.

Las posibilidades de éxito son máximas en zonas de abrigo y en puertos, e incluso en algunas zonas de mar abierto si se utilizan los buques, los equipos, la vigilancia, los procedimientos de control y el personal experto adecuados.

10.2.1) Tanques de almacenamiento de aguas oleaginosas:

De acuerdo con la especificación del buque, podrá recoger, almacenar y descargar hidrocarburos. Para ello dispone de un tanque con una capacidad total de 158 m³. Este tanque de almacenamiento, es totalmente liso salvo en el techo y en los mamparos divisorios, que tendrán refuerzos verticales para mejorar la limpieza.

El tanque dispone de una válvula de presión/vacío que cumple con las normas MARPOL y se inertiza mediante una central de producción de nitrógeno que se introduce por un conducto único, con una válvula para la exhaustación de los gases.

La carga recogida en este tipo de tanques, usualmente es una mezcla de agua de mar y vertidos de productos petrolíferos o crudo.

El sistema constará de los siguientes elementos:

- Calentador de aceite térmico
- Serpentes de calefacción situados en los tanques para elevar la temperatura hasta 60°C en 24 horas.

El proceso ocurrido en el interior del tanque tiene dos fases, la primera calentar la mezcla de agua de mar y crudo o hidrocarburos hasta 60°, y la segunda

mantener esta temperatura hasta llegar a puerto, donde se descargará la sustancia a una terminal adecuada en tierra.

Se dispone una caldera de aceite para el calentamiento de los tanques de recogida de aguas oleaginosas, permitiendo una mejor descarga del producto. La caldera es de aceite del tipo térmico de diseño “three-pass”.

La superficie de calentamiento consiste en serpentines dispuestos coaxialmente y situados en la cámara de combustión. Tiene las siguientes características:

- Tipo de calentador: ET 550/40 H
- Capacidad térmica: 550 kilovatios
- Caudal de aceite térmico: 23 m³/h
- Temperatura línea alimentación: 220°C (260°C como máximo)
- Temperatura línea retorno: 180°C
- Contenido de aceite térmico: 200 litros

Estos tanques, también poseen el debido sistema de inertizado. Cuando los tanques de almacenamiento de aguas oleaginosas vayan a ser llenados con la mezcla de aguas e hidrocarburos, la atmósfera de los mismos será inerte con un contenido de oxígeno menor del 4-5%. Para conseguirlo se instala a bordo un sistema de botellas de nitrógeno para el correcto inertizado de los tanques. El sistema está compuesto por dos racks de 20 botellas por cada unidad.

Las botellas son de nitrógeno tipo N-5030 con una pureza del 99,5%. Como cada botella contiene 10 m³ de gas, en condiciones normales, la instalación tiene una capacidad de inertizado de 200 m³, ya que debe cumplirse por normativa, que el volumen de gas de inertización sea como mínimo, el 125% del volumen de los tanques del buque.

También se dispone de un modelo de tanque de aguas oleaginosas flotante.

Este tipo de tanques flotantes han sido desarrollados para el almacenamiento de hidrocarburos recuperados por embarcaciones anti-polución que no disponen de tanques propios o cuya capacidad es insuficiente.



- Imagen nº35: tanque flotante de recogida de hidrocarburos.

Los tanques flotantes vacíos se almacenan enrollados en una caja de madera de reducidas dimensiones. También es posible estibar hasta 10 tanques de 15 m³ en un sólo carretel de accionamiento hidráulico. Estos tanques pueden ser abiertos en ambos extremos, para su limpieza interior mediante agua a presión o con detergentes.

Pueden ser remolcados, llenos o vacíos, a velocidades de hasta 7 nudos en función del estado del mar.

Gracias a sus conexiones rápidas entre sí, es posible unir varios tanques para su remolque o fondeo conjunto. Están fabricados de una gruesa plancha de caucho Neopreno reforzado, con 4 capas interiores de tejido de poliéster y un material extraordinariamente resistente a la abrasión y a la perforación. Su recubrimiento de caucho “Hypalon” los hace especialmente resistentes a los hidrocarburos y a los agentes atmosféricos (rayos ultravioleta, ozono y salitre).

Consisten en una cámara principal de almacenamiento y en una cámara inflable de flotación de 400 litros situada transversalmente en la parte delantera. Este flotador, levanta el extremo delantero del tanque fuera del agua reduciendo la resistencia del mismo durante el remolque. El tanque posee unos flotadores inflables y desmontables a ambos lados.

Los tanques son los de 10 m³ y presentan las siguientes dimensiones:

- Dimensiones (lleno): 9,5 m x 2,2m x 0,8m
- Dimensiones (vacíos): 2,2m x 0,8 m x 0,8 m
- Peso en seco: 165 kg

10.2.2) Cerco lateral:

Este cerco, es un equipo de barrido ideado para la recuperación de hidrocarburos derramados en el agua, empleando tan sólo una embarcación, lo que supone una gran ventaja en cuanto a autonomía y velocidad de respuesta.



El cerco operativo en el remolcador consiste en un tangón de 10 metros de longitud, compuesto por 3 secciones tubulares de fácil y rápido montaje y un flotador auxiliar de aluminio naval.

- Imagen nº36: cerco lateral.

El cerco lateral es un tramo de barrera flotante de 25 metros de longitud que incorpora un mecanismo de cadena de 'lastre-tracción' especialmente concebido para evitar que durante el

barrido, la falda se incline dejando pasar el hidrocarburo por debajo, ya que la fuerza ejercida sobre la barrera, es absorbida parcialmente por la cadena situada en el borde inferior de la falda, la cual constituye el lastre de la propia barrera. El cerco puede adaptarse perfectamente al contorno de las olas, ya que es más largo que la cadena.

Este sistema tiene las siguientes características:

- Francobordo: 440 mm
- Calado: 660 mm
- Cámaras de aire: 3,00 m
- Cadena de tracción: 10 mm
- Longitud barrera: 25 m
- Longitud tangón: 10 m
- Conexiones ASTM

10.2.3) Skimmer:

Existe una diversa gama disponible de equipos de bombas, proyectados para recuperar los hidrocarburos flotantes de la superficie del mar.

Estos equipos han sido desarrollados para operar de diferentes formas y en diversas condiciones, para combatir eficientemente la lucha contra la contaminación y polución marina.

En general, están comprendidos dentro de cuatro categorías principales:

- Dispositivos de compuerta: Éstos disponen de una compuerta ubicada en la interfaz hidrocarburos-agua para permitir que únicamente la película de hidrocarburos flotantes fluya por encima de dicha compuerta hacia un punto de recogida, desde el cual los hidrocarburos son trasvasados a una unidad o instalación independiente de almacenamiento por medio de una bomba u otro dispositivo.
- Dispositivos de adhesión: Emplean superficies oleófilas, a las que se adhieren con facilidad los hidrocarburos. Las superficies pueden comprender discos, cabos, cepillos o tambores. Los hidrocarburos que se adhieren a las partes oleófilas son extraídos del agua y, dependiendo de su construcción, se rascan o se exprimen estas partes para eliminar los hidrocarburos.
Estos hidrocarburos, se retienen entonces en una zona de recogida para su trasiego a una unidad o instalación independiente de almacenamiento.
- Dispositivos de inducción: Emplean el movimiento de las corrientes de agua o el flujo que crea el equipo a medida que se está remolcando por el agua, para inducir una corriente de hidrocarburos flotantes a través del dispositivo para su separación y recogida. Debido al modo en el que

operan, se suelen incorporar a los buques, los cuales pueden o no tener medios de propulsión.

- Otros dispositivos: Existe una gama de equipos no especializados que pueden utilizarse en ciertas circunstancias para la recuperación improvisada de hidrocarburos. Éstos incluyen sistemas de vacío, cucharones mecánicos, redes de arrastre y redes.

El Skimmer escogido para la tasca de lucha contra la polución marina del remolcador es uno de tipo rebosadero.

Posee ajuste a distancia de la posición vertical de la boca de aspiración y es capaz de funcionar en aguas poco profundas (0,5m). Tiene un caudal nominal de 70 m³/h y operativo de 50 m³/h, con una contrapresión de 5bares. La bomba es hidráulica y está dotada de cuchillas a la entrada de la misma para poder manejar objetos sólidos mezclados con el petróleo.

Dispone de un juego de mangueras de 40 metros de longitud de hidrocarburos, de fluido hidráulico y de aire de control.



- Imagen nº37: skimmer flotante

Se compone de las siguientes partes:

- Skimmer de alta mar Foilex TDS 250: skimmer flotante hidráulico de bombeo de tornillo con una descarga de bloqueo de 6 pulgadas de diámetro. Tiene las siguientes características:
 - Capacidad: 0-140 m³/h
 - Tamaño: 270 cm x 245 cm x 110 cm

- Peso: 190 kg
- Unidad hidráulica Foilex DH 45: unidad hidráulica autónoma con motor diesel para Skimmer y Bomba TDS 250 Foilex. Presenta las siguientes características:
 - Potencia: 45 kilovatios
 - Tamaño: 160 cm x 120 cm x 138 cm
 - Peso: 623 kg
- Conjunto de mangueras Foilex HP 250: recogedor de manguera con capacidad para mangueras hidráulicas y de descarga, utilizado en los sistemas de tamizado y bombeo TDS 250. Características de las mangueras:
 - Mangueras hidráulicas-diámetro : 2 x 35 m
 - Mangueras descarga-diámetro: 3 x 5 m, 10m y 20 m
 - Peso soporte mangueras: 350 kg
- Bomba de descarga Foilex TDS 250: bomba sumergible para uso industrial especialmente diseñada para tareas de descarga y bombeos de transferencia. Tiene las siguientes características de uso:
 - Capacidad: 0-140 m³/h
 - Tamaño: 55 cm x 36cm x 74 cm
 - Peso: 120 kg

Además de este skimmer de tipo rebosadero, también se dispone, a bordo del buque de un segundo skimmer del tipo adhesión.

Es muy eficaz en la recuperación de vertidos en alta mar. La unidad de recuperación se suspende mediante una grúa de a bordo sobre la zona que debe ser limpiada. Es adecuado su uso en sistemas de barrido mediante cerco lateral.

Se compone de los siguientes elementos:

- Exprimidor: consiste en dos parejas de rodillos exprimidores recubiertos de caucho accionados por un motor hidráulico. La transmisión entre las parejas de rodillos se realiza mediante cadena. La pareja delantera de rodillos gira a una velocidad ligeramente superior que la trasera, para asegurar que las sogas estén siempre tensas. La fuerza exprimidora es ajustable mediante cilindros hidráulicos.
- Sogas oleofílicas: son cuatro tienen y un diámetro de 225 mm y 15 m de longitud. Tienen una capacidad de recogida de 35 T/h. La viscosidad máxima que pueden recoger de hidrocarburo es de 3000 centistokes.
- Brida de suspensión: se trata de una brida múltiple para colgar el skimmer de una grúa cuando se trabaja desde el barco.
- Bomba de trasiego: es una bomba de tornillo situada debajo de la bandeja que recoge el hidrocarburo exprimido por los rodillos.

- Panel de control: para el control remoto de la velocidad de los rodillos y de la bomba.
- Motor hidráulico: motor con velocidad regulable de 0 a 600rpm por control remoto.
- Mangueras: juego de mangueras para el hidrocarburo recuperado y el fluido hidráulico.
- Unidad hidráulica compacta: consiste en una bomba de fluido hidráulico accionada por un motor diesel.

10.2.4) Barreras:

En las operaciones de contención y recuperación se pueden utilizar las barreras de diferentes formas y con diferentes objetivos:

- Impedir que la descarga inicial se propague, si se utilizan de inmediato
- Impedir que se propaguen tanto las descargas continuas como las descargas posteriores
- Cercar a los hidrocarburos para su recuperación, cuando se utilizan en combinación con buques y raseras
- Proteger los recursos y medios sensibles
- Desviar de los recursos y medios sensibles una mancha que se está propagando
- Desviar hacia zonas en las que se pueda recuperar con más facilidad una mancha que se está propagando

Las barreras de contención están por lo general formadas por los siguientes componentes:

- Francobordo: para impedir o reducir las salpicaduras
- Faldón sumergido: para impedir o reducir el escape de hidrocarburos por debajo de la barrera
- Flotador: de algún material flotante (suele incluir aire)
- Órgano de tracción longitudinal: para resistir los efectos del viento, de las olas y de la corriente
- Lastre: para darle estabilidad y mantener el faldón por debajo de la superficie del agua
- Acoplamiento: para garantizar una buena conexión entre las secciones adyacentes

Existen muchos tipos de barreras diferentes para satisfacer distintas necesidades y condiciones. Si bien su estructura puede variar, por lo general se agrupan en cuatro grupos principales:

- Barreras de cortina: suelen tener cámaras de flotación y un faldón característicos. En éstas se incluyen las de flotador macizo, inflable a presión y auto-inflable.
- Barreras de valla: incluyen una valla común y barreras con órganos de tracción externos.
- Barreras de sellado con el litoral: formadas por una combinación de cámaras llenas de agua que hermetizan la barrera contra la costa con la saliente de la marea y cámaras de flotador que mantienen la flotabilidad de la barrera con la entrante de la marea.
- Barreras ignífugas.

La barrera equipada en el remolcador consta de las siguientes características:

- Francobordo: 0,36 m
- Calado: 0,56 m
- Longitud cámara de aire: 3 m
- Longitud de la sección: 50-300m
- Peso por metro de barrera: 7 kg
- Temperatura operacional: -40° C hasta 60° C
- Eficiencia en olas de hasta 2 metros
- Estable en corrientes de hasta 3 nudos
- Tiempo de despliegue de 200 metros de barrera: 9 min

Para su fabricación se emplea un caucho especial (Neopreno/Hypalon) reforzado con 2 capas de tejido de poliéster, un material extraordinariamente resistente a la abrasión, a la tracción, al ambiente marino (radiación UV y ozono) y a los hidrocarburos. Los conectores de bisagra y las pletinas que sujetan la cadena de lastre son de acero inoxidable AISI316.

La barrera desinflada, se queda con sus dos caras planas y lisas para que puedan limpiarse con gran facilidad mediante agua a presión. El sistema de cámaras de flotación independientes proporciona a la barrera la máxima fiabilidad ya que, en el caso improbable de desinflado, las cámaras adyacentes mantienen la barrera en posición vertical sin producir una disminución del francobordo. La fuerza de tracción ejercida sobre la barrera es absorbida parcialmente por una cadena situada en el borde inferior de la falda, la cual constituye, a la vez, el lastre de la barrera.

La barrera tiene plena libertad para adaptarse al contorno de las olas al ser mas larga que la cadena.

Recientes innovaciones en los sistemas de despliegue (soplante de aire de alta capacidad, horquilla guía para el carretel, etc.) han logrado reducir el tiempo de despliegue a aproximadamente unos 10 minutos para 200 metros y eliminar la necesidad de centrar manualmente la barrera en el carretel durante la recuperación.

10.2.5) Dispersantes:

Los dispersantes químicos rompen los hidrocarburos en partículas más pequeñas. Son mezclas que contienen tensoactivos (como los detergentes), para reducir la tensión entre las superficies de las láminas de hidrocarburo y de agua. Estos agentes dispersantes, lo que producen es que la concentración de hidrocarburos en la columna de agua vuelva a estar en unos niveles aceptables. El tipo de dispersante y la concentración del mismo, dependerá de la tipología del hidrocarburo derramado.

Antes de la utilización de estos compuestos químicos, es necesario saber que no son válidos para todo tipo de petróleo ni emulsiones del mismo.

No son efectivos para emulsiones espesas o petróleos con punto de fluidez próximos a la temperatura ambiente, es decir, no sirven para aceites, combustibles pesados, ni tampoco para vertidos de crudo en los que el petróleo haya estado expuesto a los procesos naturales 24 horas o más, porque habrá sido transformado en una emulsión viscosa.

En términos generales hay dos tipos de dispersantes:

- Los que están basados en disolventes de hidrocarburos y contienen una mezcla de emulsificadores. Estos se suelen aplicar sin diluir.
- Los dispersantes concentrados que contiene más agentes activos que los dispersantes anteriores, lo que produce que la dispersión sea más rápida. Estos dispersantes contienen emulsificadores, ingredientes humectantes y disolventes oxigenados.

El uso de estos compuestos está restringido a áreas donde se prevé que la dilución de los dispersantes va a ser rápida y la fauna marina no va a sufrir daños. Para saber sus consecuencias de uso, se realizan estudios sobre el movimiento del agua en esa zona y el comportamiento del dispersante.

El buque dispone de dos tanques almacén de dispersante situados en ambos costados, con una capacidad total de 25m³.

El control de dosificación de dispersante se efectúa automáticamente desde el puente de mando.

El dispersante se dosifica al mar mediante un sistema de rociadores, que van alimentados por una bomba de agua salada con una capacidad de 50 m³/h y otra bomba dosificadora de líquido, con capacidad hasta los 10m³/h.

El producto dispersante usado es el MCR 5-010. Se trata de un dispersante marino para manchas de combustible e hidrocarburos y aceites derramados en el mar.

Características del dispersante MCR 5-010:

- Olor: Débil, ligeramente orgánico.
- Color: Amarillo pálido claro.
- Aspecto: Líquido transparente.
- Viscosidad a 16°C: 13 C.P.
- Punto de inflamación: 88°C.
- Densidad: 0,9.

Propiedades principales:

- Dispersará por encima de 40 veces su volumen.
- Baja toxicidad.
- Para la limpieza de manchas de aceite y/o crudo de petróleo derramado en el mar. Requiere un menor espacio de almacenamiento. Alta concentración. Puede ser aplicado a diferentes diluciones para distintos tipos de limpiezas. Biodegradable. Puede ser utilizado para eliminar la contaminación de los sistemas de enfriamiento de los motores diesel.
- Alto punto de inflamabilidad.
- Contiene tensoactivos poliméricos en disolvente alifático oxigenado que le confiere una mayor permanencia y capacidad de dispersión en el agua de la mezcla previa y del agua del mar.
- Ausencia de metales traza y aromáticos.

10.2.6) Absorbentes:

Los absorbentes son un medio eficaz y económico para la contención y recuperación de vertidos de aceites y combustibles sobre tierra o agua dada su facilidad de manejo y su elevada absorción. Están constituidos por fibras de polipropileno que, al ser oleofílicas e hidrófobas, atraen el hidrocarburo pero repelen el agua.

Su extraordinaria capacidad de absorción en relación a su peso reduce considerablemente los costes de deposición del absorbente contaminado.

Principales ventajas de los absorbentes:

- Absorben hasta 20 veces su propio peso
- Su reducido volumen en relación a su capacidad de absorción reduce los costes de almacenamiento y los de eliminación
- Pueden ser reutilizados una vez exprimidos
- Pueden ser incinerados, dejando menos de un 0,02 % de cenizas
- Alta resistencia al desgarr
- Al no ser inflamables no requieren medidas especiales contra incendios
- Frente a otros tipos de absorbentes, no crean polvo que pueda afectar a la maquinaria

- Disponibles en múltiples formatos para adaptarse a todas las necesidades

Hay diversos tipos de formatos para los absorbentes:



- Paños: ideales para recoger pérdidas de lubricantes de máquinas, líquidos refrigerantes, fluidos hidráulicos, fluidos de corte en la industria del metal, derrames de hidrocarburos sobre tierra o agua, etc. Eliminan hasta las más finas películas de aceite.

- Rollos: es el formato más versátil. Permite cortar las porciones que se necesitan en cada momento. Son muy útiles para forrar cajones de herramientas y mesas de trabajo o para cubrir grandes superficies contaminadas en tierra o sobre agua.
- Barreras: Contienen y absorben grandes derrames de hidrocarburos evitando la extensión del vertido y la contaminación de zonas sensibles. Disponibles en tramos de diferentes diámetros y longitudes que se unen entre sí para formar un cerco de contención y absorción en la longitud requerida. Alta flotabilidad incluso estando totalmente saturadas de hidrocarburo.
- Cordones: similares a las barreras pero de menor diámetro, son más apropiados para su uso en tierra. Se pueden colocar alrededor de la fuga para aislarla y evitar su extensión a otras zonas. Son ideales para proteger arquetas y tapas de alcantarillas.
- Almohadillas: absorben grandes cantidades de hidrocarburo previamente concentrado por una barrera o cordón o en lugares de difícil acceso como pozos, desagües y sumideros. Ideales para eliminar los restos de aceite y combustible del agua de sentina.



- Particulado: acelera la limpieza de derrames que han sido contenidos con cordones o barreras. Rodeando los envases dentro de los embalajes se garantiza un transporte a prueba de derrames. Resulta muy apropiado para la absorción en terrenos irregulares o en recovecos.

También hay absorbentes especializados en productos químicos de diversa índole que no estén relacionados con los hidrocarburos.

11. Mantenimiento de los motores principales:

11.1) Mantenimiento preventivo:

Tanto el motor principal de babor como el de estribor, han de ser revisados a diario para comprobar que su funcionamiento es el correcto y que no se producen anomalías ni fallos en el sistema durante su operación. Para que el motor no sufra lesiones innecesarias, se le realizan una serie de operaciones de mantenimiento preventivo que además de evitar lesiones, alargan su vida útil. En caso de que se produzca un fallo en alguno de los dos motores principales del buque remolcador, se deberá proceder a su arreglo mediante mantenimiento correctivo, pese a que en este apartado, no se tratará este tipo de mantenimiento ni ningún tipo de reparación debido a un supuesto mal funcionamiento de alguno de los motores y tan solo se describirán las acciones más usuales dentro del mantenimiento preventivo de los motores principales, que conforman una pieza fundamental para la movilidad del buque y también para el correcto funcionamiento de las bombas contra incendios que abastecen el equipo contra incendios exterior del buque.

Las operaciones de mantenimiento preventivo rutinario diarias más importantes son la comprobación del nivel de aceite de los motores principales y también la comprobación del nivel de refrigerante de los mismos. Estos niveles deben mirarse a diario (si es posible y no se realizan operaciones de larga duración con los motores en marcha), antes de arrancar los motores (en frío) y con el buque lo más horizontal posible para que el aceite situado en el cárter del motor (en el caso del nivel de aceite), no esté volcado hacia un costado y pueda falsear los resultados de la medición del nivel.

El nivel de aceite de motor es rápido y sencillo de revisarse y se mide mediante una varilla metálica marcada con un máximo y un mínimo, situada en el costado del motor y que mide la profundidad de aceite en el cárter del mismo. La lubricación es fundamental para el correcto funcionamiento de los motores principales. Estos motores se componen de un bloque de acero con unos pistones en su interior que giran a muchas revoluciones por minuto. Si no hay suficiente lubricante, el motor puede gripar, es decir, fundirse debido al calor del rozamiento entre sus componentes, produciéndose una avería grave que interrumpiría de inmediato el funcionamiento del motor.

En cambio, el nivel de refrigerante se observa directamente de la botella de expansión que tiene marcas con el mínimo y el máximo de líquido refrigerante de motor que puede contener. El refrigerante que usan este tipo de motores es de origen mineral.



- Imagen nº 40: botella de expansión donde se almacena parte del líquido refrigerante de los motores principales.

También es importante realizar una inspección visual a diario alrededor de la máquina para cerciorarse, antes de su puesta en marcha, de que todo está en su sitio y no hay desperfectos ni anomalías visibles a primera vista.

Las baterías de los motores principales también se han de inspeccionar y revisar cada día y realizar una comprobación de su carga por lo menos una vez a la semana, al igual que con las baterías auxiliares. Cuando sea necesario, debido a un mal funcionamiento de estas o por que presenten problemas con la carga, se sustituirán por baterías nuevas. Los bornes de todas las baterías (2 principales para cada motor y otras 2 auxiliares) han de estar siempre en buen estado y bien lubricados con vaselina y se ha de comprobar que el cableado esté en perfecto estado.

Otro de los elementos que se han de revisar cada semana y limpiar con aire comprimido o agua a presión cuando sea necesario son los filtros de aire (hay 2 por cada motor). Estos filtros, son filtros armados de forma cilíndrica y se deben cambiar cuando estén sucios y sea necesario. En ese caso se sustituirá el filtro de aire del interior de la carcasa metálica que lo protege. Esta carcasa también se deberá limpiar exhaustivamente con aire o agua a presión y un trapo húmedo, al igual que su propia tapa.

Si el remolcador esta funcionando durante muchas horas al día y los motores principales están casi siempre arrancados los filtros de aire se ensuciarán antes, mientras que si no se hace tanto uso de los motores principales, los filtros pueden aguantar más tiempo sin cambiarse.

En este tipo de operaciones de mantenimiento no hay un tiempo estipulado de horas de trabajo ni días, simplemente se cambian cuando un operario revisa los filtros y estos, están muy sucios.

Otros filtros que son muy importantes para el funcionamiento de los motores principales son los filtros de aceite centrífugos. Este tipo de filtros normalmente se usan en motores diesel de mucho cubicaje debido a que este tipo de motores, producen mucha carbonilla que se deposita encima del aceite del propio cárter de motor. Se deben purgar del agua que almacenan periódicamente y cada 600 horas de trabajo aproximadamente deben de sustituirse.

Cuando se sustituyan estos filtros, también es necesario aprovechar para tomar muestras de aceite del motor para que se revisen a conciencia. De esta manera, se podrá saber con exactitud su contenido en agua y carbonilla.

El aceite lubricante de estos motores se sustituirá cada 5000 horas de trabajo o una vez al año como mínimo.

En cuanto al refrigerante de motor, cada mes se realizarán extracciones de muestreo para comprobar su alcalinidad y otros parámetros al igual que su concentración en el agua destilada del sistema de refrigeración del motor.

En caso de que sea baja la concentración refrigerante-agua destilada, se deberá añadir refrigerante puro hasta llegar a los niveles deseados. El líquido refrigerante de motor se sustituirá cada 10000 horas de trabajo como mínimo, aproximadamente.

11.2) Sistema e-Trim:

Otra ventaja importante en el mantenimiento de este tipo de motores está relacionada con el ajuste del avance de la inyección. En un motor mecánico, el avance debe calibrarse individualmente en cada inyector. Con un sistema electrónico de combustible, el procesador ajusta constantemente el avance de la inyección de manera que nunca necesita ajustarse. Los sistemas de combustible common rail reducen el mantenimiento ya que se ha eliminado la leva, la cremallera y el balancín.

Sin embargo, el sistema common rail puede presentar problemas de pérdidas del inyector después de algún desgaste puesto que los inyectores están sometidos constantemente a la elevada presión del combustible.



- Imagen nº41: imagen de un inyector de un motor Caterpillar 3615 B

Este tipo de motor Caterpillar ha incorporado una característica única a sus inyectores electrónicos. Es un sistema llamado e-Trim que tiene el fin de eliminar prácticamente el mantenimiento de los mismos. A pesar de las estrictas tolerancias de mecanizado para los inyectores electrónicos, pueden existir pequeñas variaciones en las características del comportamiento del inyector, por lo que el diseño e-Trim de Caterpillar tiene en cuenta estas variaciones. Todos los inyectores electrónicos se prueban antes del proceso de ensamblaje del motor o de ser entregados como repuesto. Las características de comportamiento del inyector durante las pruebas de banco están cifradas en una serie de cinco dígitos para cada inyector. Cuando el inyector se instala en un motor, el número e-Trim y el del cilindro correspondiente se introducen en el módulo de control del motor a través de un ordenador con un software apropiado para operar en el motor.

El módulo de control de motor compensa cualquier pequeña variación entre los inyectores asegurando por tanto la entrega homogénea de combustible a todos los cilindros.

Este módulo de control además de compensar las variaciones entre inyectores también sirve para recopilar información diversa acerca de las distintas temperaturas a las que ha operado el motor en distintos lugares del mismo y también posee una memoria de averías que registra todas las anomalías puntuales o persistentes en el motor. Es adecuado que por lo menos una vez cada 6 meses se conecte un ordenador con el software apropiado para poder leer los códigos de avería almacenados (o no) en el motor.

12. Mantenimiento del sistema contraincendios:

12.1) Mantenimiento del sistema contraincendios interior:

12.1.1) Bombas contraincendios:

Las bombas contraincendios interiores están hechas para funcionar sin recibir mantenimiento regular, salvo por la lubricación de los cojinetes del motor. Si se realiza una inspección sistemática a intervalos periódicos, en la que se controle estrechamente lo siguiente, la bomba funcionará por años sin presentar problemas.

Cuidado general:

- Mantener siempre limpia la unidad
- El motor debe estar protegido correctamente de sobrecargas eléctricas
- Se debe evitar que entren virutas flotantes u otros objetos extraños en las aberturas de ventilación del motor.
- La unidad no debe funcionar en ambientes demasiado calientes.

Cojinetes de la bomba:

- Los cojinetes lubricados de por vida son cojinetes muy resistentes, herméticos y lubricados para toda su vida, por lo que no necesitan mantenimiento.
- Los cojinetes lubricados con grasa requieren muy pocos cuidados. Pueden causar más problemas si les aplica mucha grasa, que si les aplica muy poca. Cada mes, aproximadamente, inyecte una pequeña cantidad de grasa

12.1.2) Colector y bocas contraincendios:

El colector y las bocas se han de revisar periódicamente cada mes. Se debe inspeccionar el estado general de ambos componentes, y sobretodo acoplar una manguera para poder realizar un disparo de agua a través de colector y boca y medir que la presión en el manómetro de la boca es la correcta. En caso de que el conjunto, este oxidado o presente un aspecto sucio se debe limpiar, pulir el óxido y repintarlo.

Esta operación es exactamente la misma a realizar en los colectores y bocas contraincendios situadas en el exterior del buque remolcador.

12.1.3) Manguera contraincendios:

Para que una manguera contraincendios sea segura y efectiva debe fabricarse con los mejores materiales y únicamente se usará con el propósito de combatir

un fuego. Debe de ser flexible, impermeable, tener un forro interior liso y una cubierta exterior resistente.

Para su correcto mantenimiento es importante la forma de lavarlas, completamente estiradas y con agua a presión, y también la forma de almacenaje que ha de ser la correcta (en forma de rodillo). También es importante cerciorarse de que no tiene poros y por lo tanto el mantenimiento completo de estas mangueras se realizará junto al de los colectores y bocas contraincendios para poder probar todos los elementos del sistema.

Es sumamente importante que las boquillas de las mangueras contraincendios funcionen y sean mantenidas correctamente mediante las siguientes operaciones:

- Comprobar si la junta giratoria esta desgastada o dañada (junta que permite el paso del agua y con la que se puede regular el caudal)
- Comprobar si la boquilla esta dañada en el exterior
- Comprobar si la boquilla esta sucia o dañada en su interior
- Comprobar el funcionamiento de la boquilla operando la manguera de manera habitual
- Si en la boquilla va acoplado un mango de pistola, comprobar que está bien fijado.

12.1.4) Conexión internacional a tierra:

La conexión internacional instalada a la manguera de la embarcación y a la toma de agua de tierra, se somete a una presión de 1.0 N/mm² (10.5 kg/cm²) como mínimo, durante 5 minutos, al término de este periodo la conexión no debe tener fugas de agua.

Esta prueba también se realizará una vez al mes.

12.1.5) Equipo de extinción de incendios de la sala de máquinas:

Este equipo esta compuesto por varios componentes:

Los primeros para empezar a combatir rápidamente el incendio, son las bocas de incendio equipadas que deben de tener un mantenimiento periódico cada 3 meses que consiste en lo siguiente:

- Comprobación de la buena accesibilidad y señalización de los equipos
- Comprobación por inspección de todos los componentes, procediendo a desenrollar la manguera en toda su extensión y accionamiento de la boquilla caso de ser de varias posiciones
- Comprobación, por lectura del manómetro, de la presión de servicio
- Limpieza del conjunto y engrase de cierres y bisagras en puertas del armario

También se han de realizar mantenimientos trimestrales en el caso de los sistemas de detección y alarma de incendios automáticos:

- Comprobación del funcionamiento de las instalaciones
- Sustitución de pilotos, fusibles defectuosos, etc.
- Mantenimiento de acumuladores (limpieza de bornes, reposición de agua destilada, etc.)

Lo mismo para el sistema manual de alarma contraincendios:

- Comprobación del funcionamiento de las instalaciones
- Mantenimiento de acumuladores (limpieza de bornes, reposición de agua destilada, etc.)

Para los sistemas fijos de extinción conformados por rociadores de agua y polvo, al igual que el sistema de gas extintor de la sala con agente FE-13, se han de realizar las siguientes operaciones de mantenimiento trimestrales:

- Comprobación que las boquillas de los rociadores están en buen estado y libres de obstáculos
- Comprobación del buen estado del sistema, sobre todo la válvula de prueba en los sistemas de rociadores o los mandos manuales de la instalación de los sistemas de polvo y agente extintor FE-13
- Comprobación del estado de carga de agente extintor y gas propulsor de la instalación. Se ha de comprobar que las botellas que contienen el agente extintor FE-13 estén en perfecto estado visual, limpias y con una carga de gas y presión adecuadas
- Comprobación de la señalización y pilotos en los sistemas con indicaciones de control
- Limpieza general de todos los componentes

12.1.6) Extintores y dispositivos móviles lanza espuma:

En el caso de los extintores, se realizará una revisión anual:

- Comprobación del peso y presión en su caso
- En el caso de extintores de polvo con botellín de gas de impulsión se comprobará el buen estado del agente extintor y el peso y aspecto externo del botellín
- Inspección ocular del estado de la manguera, boquilla o lanza, válvulas y partes mecánicas.

En esta revisión anual no será necesaria la apertura de los extintores portátiles de polvo con presión permanente, salvo que en las comprobaciones que se citan se hayan observado anomalías que lo justifiquen.

En el caso de apertura del extintor, la empresa mantenedora situará en el exterior del mismo un sistema indicativo que acredite que se ha realizado la apertura y revisión interior del extintor, se puede utilizar una etiqueta indeleble, en forma de anillo que se coloca en el cuello de la botella antes del cierre del extintor y que no pueda ser retirada sin que se produzca la destrucción o deterioro de la misma.

Cada 5 años, a partir de la fecha de timbrado del extintor (y por tres veces) se retimbrará el extintor de acuerdo con la ITC-MIE AP.5 del Reglamento de aparatos a presión sobre extintores de incendios. Se rechazarán aquellos extintores que a juicio de la empresa mantenedora presenten defectos que pongan en duda el correcto funcionamiento y la seguridad del extintor o bien aquellos para los que no existan piezas originales que garanticen el mantenimiento de las condiciones de fabricación.

12.1.7) Equipos de respiración autónomos:

Los E.R.A tienen un mantenimiento mensual que consiste en las siguientes operaciones, teniendo en cuenta que debe estar almacenado correctamente y en un lugar accesible para su uso inmediato si fuera necesario:

- Verificar que las partes del conjunto no sufren deterioro alguno
- Comprobar que no hayan fugas alrededor de las válvulas ni conexiones de aire del cilindro
- Verificar que el manómetro, válvulas, regulador, válvula de exhalar y la alarma de aire bajo estén operativos

Cada año, estos equipos deben ser revisados por un técnico cualificado para ello. El cilindro del equipo debe tener un sello o etiqueta del último día de su verificación.

Es importante el mantenimiento y limpieza de estos equipos después de su uso. Se han de lavar con jabón y agua, ser desinfectados y posteriormente dejar que se sequen al aire.

12.1.8) Medios de evacuación de emergencia:

Las escotillas y compuertas o escaleras de emergencia para abandonar una estancia que se está incendiando, no tienen un mantenimiento explícito, pero es importante que siempre tengan el paso libre y no estén bloqueadas por maquinaria ni bancos y que estén en un buen estado, y en caso de compuertas o escotillas, que tengan las bisagras bien engrasadas para que puedan abrirse rápidamente.

12.2) Mantenimiento del equipo contraincendios exterior:

12.2.1) Monitores contraincendios:

Cada mes se realizará una prueba para comprobar que funcionan correctamente efectuando una serie de disparos de agua a presión y teniéndolos en funcionamiento durante un par de minutos.

También se verificará que su carcasa y partes exteriores no estén dañadas y se comprobará la lubricación del sistema de cojinetes y engranajes que mueven todo el conjunto.

12.2.2) Bombas contraincendios, equipo de abastecimiento y sistema de autoprotección:

Las bombas acopladas al motor principal no tienen ningún tipo de mantenimiento. En cuanto al equipo de abastecimiento de agua para el sistema contraincendios se realizará un examen y comprobación del sistema cada 3 meses que consistirá en las siguientes operaciones:

- Accionamiento y engrase de válvulas
- Verificación y ajuste de prensaestopas y de la velocidad de los motores con diferentes cargas
- Comprobación de la alimentación eléctrica de las líneas de protección
- Verificación por inspección de todos los elementos, depósitos, válvulas, mandos, alarmas, motobombas, accesorios y señales.
- Comprobación del funcionamiento automático y manual de la instalación de acuerdo con las instrucciones del fabricante o instalador.
- Mantenimiento de acumuladores (limpieza de bornes y reposición de agua destilada).
- Verificación de niveles (combustible, agua o aceite).
- Verificación de accesibilidad a elementos, limpieza general y ventilación de salas de bombas.

Cada año, debe haber un técnico que revise exhaustivamente todo el sistema realizando todas las operaciones anteriores más las siguientes:

- Comprobación completa de motores y bombas de acuerdo con las instrucciones del fabricante
- Limpieza de filtros y elementos de retención de suciedad en alimentación de agua
- Prueba del estado de carga de baterías y electrolito de acuerdo con las instrucciones del fabricante

13. Conclusiones del trabajo:

Los remolcadores son buques que históricamente han tenido que ir evolucionando rápidamente para poder cubrir, de manera satisfactoria, las necesidades de maniobrabilidad de los cada vez más grandes buques mercantes de todo el mundo, en el caso de los remolcadores de puerto, pero también en tareas de salvamento marítimo cada vez más complejas.

Este tipo de buques, además de los servicios de remolque y con el paso de los años, han ido desempeñando otro tipo de funciones, como la lucha contraincendios y la prevención y lucha contra la polución y contaminación marina. A día de hoy, la mayoría de los remolcadores cumplen con esos objetivos y se han convertido en barcos realmente versátiles, capaces de remolcar un buque de gran tonelaje por la bocana de entrada del puerto de mercancías de Barcelona, como de apagar un incendio en un buque de pasaje o rescatar un buque en alta mar realizando tareas de salvamento marítimo.

Por ese motivo, ha sido necesario hacer barcos cada vez más especializados en la materia y más efectivos en los distintos ámbitos en los que operan, mejorando las maniobras de remolque con diferentes sistemas y técnicas para poder remolcar un barco mercante, extinguir un incendio o luchar contra la propagación de crudo en el entorno marino debido a algún accidente marítimo.

Empezando por el equipo propulsor, cabe reseñar que los remolcadores no buscan un equipo propulsor que les permita tener una velocidad de avance muy grande o una economía optimizada, sino que son buques que deben tener una gran maniobrabilidad y potencia de tiro para el remolque.

Por eso la mayoría de remolcadores modernos montan propulsores azimutales o del tipo Voith Schneider, que pese a que no tienen un rendimiento tan bueno como los propulsores convencionales de cualquier gran buque mercante o de pasaje, les confieren una maniobrabilidad extrema para poder remolcar o acercarse a un buque en las máximas condiciones de seguridad posibles y maniobrar rápidamente en espacios complicados y reducidos.

La pequeña ventaja del sistema azimutal sobre el Voith Schneider es que el desplazamiento con propulsores azimutales (como el que equipa el remolcador descrito en este trabajo) tiene menor desplazamiento que el Voith Schneider ya que el sistema propulsor azimutal pesa menos. En cambio, con los propulsores azimutales se ha de ser más cuidadoso a la hora de maniobrar, ya que si se opera mal con ellos, pueden molestar entre ellos, en caso de buques remolcadores que tengan dos propulsores.

Otro de los sistemas descritos y analizados es el de contraincendios. Se trata de un remolcador de la clase FF1 (Lloyd's) para la extinción de incendios.

En puertos como el de Barcelona, todos los remolcadores que prestan servicio habitualmente son remolcadores contraincendios y por lo tanto, el uso de estos buques como barcos de ayuda y asistencia a la extinción de incendios es vital.

Constan de equipos contraincendios exteriores complejos con grandes bombas y cañones para poder combatir el fuego que pueda provocarse en otro buque o en una parte del puerto, en la zona de materiales inflamables por ejemplo. Además de ese potente equipo exterior, los remolcadores también poseen equipos que permiten que se pueda combatir de manera eficiente un incendio a bordo del buque, ya sea en la cámara de máquinas (equipo de gas extintor fijo) o en cualquier otra parte del propio remolcador.

También es importante que estos buques tengan un equipo de seguridad y salvamento marítimo adecuado, tanto para la seguridad de la tripulación en caso de hundimiento del propio remolcador, como para la gente que necesita ser asistida o socorrida en el mar.

Lo mismo ocurre en cuanto a los equipos de a bordo que se destinan a la prevención y la lucha de la contaminación en el mar pese a que esta, ya no es una característica tan marcada como en el caso de los equipos y sistemas contraincendios montados en prácticamente todos los remolcadores actuales.

Los remolcadores que además disponen de sistemas que ayudan a prevenir y evitar o combatir la polución marina pueden apoyar a otros buques más especializados movilizándose para colocar cercos, barreas, etc. para intentar contener los hidrocarburos o con skimmers y bombas para intentar absorber la mayor cantidad de productos nocivos de la superficie marítima.

Por lo tanto, la conclusión más evidente sacada de este análisis de los sistemas principales de un remolcador de puerto contra incendios y anti polución, es la de que los buques remolcadores, deben ir evolucionando cada vez más para poder convertirse en buques lo más versátiles posibles pero sin perder su grado de especialización en cada uno de los ámbitos en los que operan, ya sea a la hora de remolcar a otro buque, luchar contra un incendio o la polución marina, o a la hora de realizar una acción de salvamento marítimo. Como última reseña, se podría mejorar en el aspecto de las medidas tomadas a bordo para luchar contra la contaminación del mar, ya que por ejemplo, en el puerto de Barcelona, la mayoría de los remolcadores de puerto constan de equipo contraincendios pero no poseen medios para la ayuda de la prevención y sobretodo de la lucha contra la polución del mar, con lo cual, en caso de accidente por vertido de hidrocarburos, su actuación sería discreta pudiendo fácilmente, ser remodelados para servir de apoyo en este campo tan sumamente importante para la conservación de los mares y océanos del mundo.

14. Anexo:

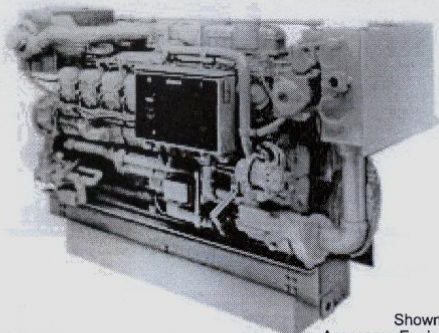
- Cuadro de características de los motores principales: pág.98
- Cuadro de consumos de los motores principales: pág.99

CATERPILLAR®

Marine Engine

3516B

2028-2230 mhp/2000-2200 bhp
1600-1800 rpm



Shown with
Accessory Equipment

SPECIFICATIONS

V-16, 4-Stroke-Cycle Diesel
Bore — mm (in) 170 (6.7)
Stroke — in (mm) 190 (7.5)
Displacement — L (cu in) 69 (4,210)
Rotation (from flywheel end) ccw or cw
Compression Ratio 14.0:1
Capacity for Liquids — L (U.S. gal)
Cooling System 384 (101.4)
Lube Oil System (refill) 830 (219.3)
Oil Change Interval 1000 hrs
Minimum Lube Oil Grade (required) CF4
Engine Weight, Net Dry (approx) — kg (lb) .. 8,029 (17,700)

PERFORMANCE DATA*

Turbocharged-Separate Circuit Aftercooled

Optimized for fuel economy

Optimized for low emissions

Rating Level	C			B			A			C			B			A		
Rated rpm	1800			1800			1800			1800			1800			1800		
Engine Power @ rpm	1641 kW (2200 bhp) 2230 PS			1566 kW (2100 bhp) 2129 PS			1492 kW (2000 bhp) 2028 PS			1641 kW (2200 bhp) 2230 PS			1566 kW (2100 bhp) 2129 PS			1492 kW (2000 bhp) 2028 PS		
rpm	1800	1635	1430	1800	1635	1430	1800	1635	1430	1800	1635	1430	1800	1635	1430	1800	1635	1430
kW	1641	1231	821	1566	1175	783	1492	1119	746	1641	1231	821	1566	1175	783	1492	1119	746
g/kW-hr	196	199	201	198	199	201	199	200	203	202	201	204	202	201	205	202	199	203
L/hr	383	292	197	370	279	188	354	267	181	395	295	200	377	281	191	359	265	181
bhp	2200	1650	1100	2100	1575	1050	2000	1500	1000	2200	1650	1100	2100	1575	1050	2000	1500	1000
lb/hp-hr	0.322	0.327	0.330	0.325	0.328	0.331	0.328	0.329	0.333	0.332	0.330	0.335	0.332	0.330	0.337	0.332	0.327	0.333
US gal/hr	101.3	77.1	51.9	97.5	73.8	49.6	93.7	70.4	47.6	104.3	77.7	52.6	99.6	74.2	50.5	94.8	70.1	47.6
NOx g/hp-hr**	9.25			9.26			9.30			6.10			6.10			6.10		

Rating Level	C			B			A			C			B			A		
Rated rpm	1600			1600			1600			1600			1600			1600		
Engine Power @ rpm	1641 kW (2200 bhp) 2230 PS			1566 kW (2100 bhp) 2129 PS			1492 kW (2000 bhp) 2028 PS			1641 kW (2200 bhp) 2230 PS			1566 kW (2100 bhp) 2129 PS			1492 kW (2000 bhp) 2028 PS		
rpm	1600	1453	1270	1600	1453	1270	1600	1453	1270	1600	1453	1270	1600	1453	1270	1600	1453	1270
kW	1641	1231	821	1566	1175	783	1492	1119	746	1641	1231	821	1566	1175	783	1492	1119	746
g/kW-hr	193	196	198	195	196	198	196	197	199	199	198	197	199	198	198	199	198	199
L/hr	378	288	194	364	274	185	349	263	177	389	290	193	371	277	185	356	264	177
bhp	2200	1650	1100	2100	1575	1050	2000	1500	1000	2200	1650	1100	2100	1575	1050	2000	1500	1000
lb/hp-hr	0.317	0.322	0.325	0.320	0.323	0.326	0.323	0.324	0.328	0.328	0.325	0.324	0.328	0.325	0.326	0.329	0.325	0.328
US gal/hr	99.5	75.9	51.0	95.9	72.7	48.9	92.3	69.4	46.9	103.1	76.5	50.9	98.4	73.1	58.9	94.0	69.6	46.9
NOx g/hp-hr**	9.20			9.20			9.11			6.10			6.10			6.10		

* Represents performance along a typical fixed pitch propeller curve. Fuel and emission rates based on 30°C (86°F) water supplied to the aftercooler.

** NOx per ISO8178 Part 4 Test Cycle E3.

RATING LEVEL DEFINITIONS

- C** — Planing hull vessels such as ferries, fishing boats moving at higher speeds out and back (i.e. lobster, crayfish, and tuna), off-shore service boats, and also displacement hull yachts and short trip coastal freighters where engine load and speed are cyclical.
- B** — Displacement hull vessels such as mid-water trawlers, purse seiners, crew and supply boats, ferries, and towboats where

locks, sandbars, and curves dictate frequent slowing, and engine load and speed are constant with some cycling.

- A** — For heavy-duty service in ocean-going displacement hulls such as freighters, tugboats, bottom drag trawlers, and deep river towboats when the engine is operated at rated load and speed up to 100% of the time without interruption or load cycling.

- Cuadro de características del motor principal del remolcador, modelo Caterpillar 3615 B

RATINGS AND FUEL CONSUMPTION

	mhp	bhp	bkW	rpm	U.S. g/h	l/hr	EPA - IMO - EU
A	1673	1650	1230	1200	77.1	292	NC - I - NC
A ²	1901	1875	1398	1200	87.9	333	NC - I - NC
A	2028	2000	1491	1600	95.0	360	NC - I - NC
A	2028	2000	1491	1800	94.0	356	NC - I - NC
A ³	2028	2000	1491	1800	103.9	393	NC - I - NC
A ²	2292	2260	1685	1600	102.6	388	NC - I - NC
A ²	2481	2447	1825	1600	112.8	427	NC - I - NC
B	1775	1750	1305	1200	81.7	309	NC - I - NC
B	2129	2100	1566	1600	99.5	377	NC - I - NC
B	2129	2100	1566	1800	98.6	373	NC - I - NC
B ²	2408	2375	1771	1600	106.9	405	NC - I - NC
B ²	2611	2575	1920	1600	112.8	427	NC - I - NC
C	1876	1850	1379	1200	86.6	328	NC - I - NC
C	2231	2200	1640	1600	104.4	395	NC - I - NC
C	2231	2200	1640	1800	103.4	391	NC - I - NC
C ²	2535	2500	1864	1600	111.9	424	NC - I - NC
C ²	2718	2682	2000	1600	122.8	465	NC - I - NC
Ahp ¹	2718	2682	2000	1925	128.9	488	NC - I - NC
Bhp ¹	2434	2400	1790	1785	110.4	418	NC - I - NC
Chp ¹	2636	2600	1939	1835	120.2	455	NC - I - NC
Dhp ¹	2839	2800	2088	1880	132.7	502	NC - I - NC
Ehp ¹	3042	3000	2237	1925	143.3	542	NC - I - NC

¹Fuel consumption tolerance +5%.
Reflects ISO standards.

²High displacement engine (HD)

³Wide operating speed range

	LE	H	WE
min.	125.5 in/3187 mm	69.0 in/1753 mm	67.0 in/1703 mm
max.	126.8 in/3221 mm	82.3 in/2091 mm	80.8 in/2053 mm
HD	125.5 in/3187 mm	81.9 in/2082 mm	84.4 in/2144 mm

Vee 16, 4-Stroke-Cycle Diesel

Aspiration	TTA	
Bore x Stroke	6.7 x 7.5 in	170 x 190 mm
Bore x Stroke ²	6.7 x 8.5 in	170 x 215 mm
Displacement	4210 cu in	69 liter
Displacement ²	4766 cu in	78 liter
Rotation (from flywheel end)	Counterclockwise or clockwise	
Engine dry weight (approx)	17,185-17,699 lb	7795-8028 kg

- Cuadro de consumos del motor principal del remolcador, modelo Caterpillar 3615 B

15. Anexo de figuras:

- Imagen nº 1: imagen de un propulsor Voith, pág.12
- Imagen nº 2: imagen de un propulsor azimutal Schottel, pág.14
- Imagen nº 3: Esquema de un remolcador con un sistema propulsor convencional y hélice con tobera, pág.15
- Imagen nº 4: Diagrama de empujes para los distintos sistemas propulsivos, pág.16
- Imagen nº 5: imagen de los tipos de tiro que realiza un remolcador, pág.18
- Imagen nº 6: diagrama del tipo de operaciones de remolque, pág.20
- Imagen nº7: vista de un plano lateral de un remolcador de puerto azimutal, pág.22
- Imagen nº8: imagen de un motor Caterpillar 3516 B, pág.23
- Imagen nº9: esquema de refrigeración de un motor principal, pág. 24
- Imagen nº 10: sistema de alimentación de combustible de un motor principal, pág.25
- Imagen nº 11: sistema de lubricación de un motor principal, pág.28
- Imagen nº 12: esquema de un turbocompresor convencional, pág.30
- Imagen nº13: imagen donde se muestra la carcasa metálica del filtro de aire, el turbocompresor y la salida de gases de escape de un motor Caterpillar 3516 B, pág.31
- Imagen nº14: filtro de aire armado, pág.31
- Imagen nº15: imagen de un panel de control de un motor principal, pág.33
- Imagen nº16: imagen de una transmisión TwinDisc, pág.35
- Imagen nº17: esquema completo de un propulsor azimutal, pág.37
- Imagen nº18: esquema de un remolcador que lleva instalado un propulsor azimutal a proa, pág.38
- Imagen nº19: imagen de un racor tipo Barcelona, pág.41
- Imagen nº20: extintores contraincendios de distintos modelos, pág.43
- Imagen nº21: imagen de las botellas que almacenan el gas extintor FE-13, pág.45

- Imagen nº22: imagen de una válvula de paso usada en un dispositivo lanza espuma, pág.46
- Imagen nº 23: equipo de respiración autónoma, pág.49
- Imagen nº24: imagen de un cañón contraincendios de un remolcador de puerto, pág.55
- Imagen nº25: imagen de una bomba principal contra incendios, pág.57
- Imagen nº26: acoplamiento elástico, pág.58
- Imagen nº27: escaleras de acceso a la sala de máquinas de un remolcador, pág.60
- Imagen nº 28: escotilla de emergencia de la sala de máquinas hacia la cubierta principal del remolcador, pág.61
- Imagen nº29: balsa de salvamento, pág.63
- Imagen nº 30: imagen de un chaleco convencional, pág.66
- Imagen nº31: esquema completo de un traje de supervivencia en alta mar, pág.68
- Imagen nº32: imagen de un lanzacabos, pág.69
- Imagen nº33: imagen de una radiobaliza, pág.70
- Imagen nº34: imagen de una planta séptica autónoma de un remolcador, pág.72
- Imagen nº35: tanque flotante de recogida de hidrocarburos, pág.76
- Imagen nº36: cerco lateral, pág.77
- Imagen nº37: skimmer flotante, pág.79
- Imagen nº38: paños absorbentes, pág.85
- Imagen nº39: absorbentes en forma de partículas, pág.85
- Imagen nº 40: botella de expansión donde se almacena parte del líquido refrigerante de los motores principales, pág.87
- Imagen nº41: imagen de un inyector de un motor Caterpillar 3615 B, pág.89

16. Bibliografía:

Libros:

- Daniel Cabronero Mesas, Motores de combustión interna, Editorial Española, 3ª edición, España, 2003.
- Don Seddon, El motor Diesel sin problemas, editorial NORAY S.A, 1ª edición, Gran Bretaña, 2006.
- Pedro Úbeda Gázquez, Seguridad contra incendios: descripción y principios de diseño de equipos e instalaciones, editorial Firescon, 1ª edición, España, 2003.
- Convenio SOLAS: edición refundida del año 2009, autor y editor: OMI.
- Convenio MARPOL: edición refundida del año 2006, autor y editor: OMI.

Artículos y manuales:

- Pablo López Varela, Concept and operation mode of the advanced electronic control system of the azimuth propellers in tugs, La Coruña, 2009.
- Caterpillar administrative Offices, Manual de reparación y mantenimiento de Caterpillar: modelo 3516, EEUU, 2005.
- Manual básico de mantenimiento de instalaciones contraincendios, GOETXIN S.L, (Homologación en sistemas de C.I nº 29/73).
- Mario Rene Herrera, Manual básico de operación y mantenimiento de un equipo de respiración autónomo (ERA), Argentina, 2007.
- Juan.M Suay Belenguer, Manual de instalaciones contra incendios: El fuego. Agentes extintores, España, 2010.
- Twin Disc Administrative Offices, Marine transmission owner's manual: Twin Disc, Wisconsin, 2004.
- Sistemas de protección del medio marino, FUNIBER S.L, España, 2009.
- Apuntes de la asignatura: Prevención de la contaminación marina, FNB, 2010.

Páginas web:

<http://marine.cat.com/cat-3516> (20-01-2012)

<http://www.conterol.es/Seccion~x~Prevencion-de-la-contaminacion-Marina~IDSeccionArticulo~39.html> (20-01-2012)

<http://www.construnario.com/diccionario/swf/27967/cat%C3%A1logo%20equipos%20de%20lucha%20contra%20contaminaci%C3%B3n.pdf> (23-01-2012)

<http://www.abs-absorbentes.com/productos/polipropileno/soloaceite/sbc.html>
(23-01-2012)

<http://www.trafic-alfombra.com/absorbentesmenu.htm> (23-01-2012)

<http://www.foilex.com/spain/> (24-01-2012)

<http://www.oilskim.com/marine.asp> (25-01-2012)

http://books.google.es/books?id=8YlQn3DzQXIC&pg=PA74&lpg=PA74&dq=barrera+hidrocarburos&source=bl&ots=hYt_V2LbSH&sig=bO5VvMVZtmt0Q1XglebdNXzGQkl&hl=es&sa=X&ei=JGBxT6uUDaiP0AXH9MkQ&ved=0CCYQ6AEwAA#v=onepage&q=barrera%20hidrocarburos&f=false (28-01-2012)

<http://www.siprotex.es/files/PuertosBarrerasRetenAbsor.pdf> (28-01-2012)

http://www.depositohidrografico.com/b2c/index.php?page=pp_productos.php&tbusq=1&md=1&ref=ref-52 (02-02-2012)

http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/cids.html (06-02-2012)

http://www.elportaldelosbarcos.com.ar/sistema/pagina_submenu.php?opcion=1293&id_menus=54&id_submenu=1293 (06-02-2012)

http://www.oilproduction.net/files/Guia_uso_dispersantes.pdf (06-02-2012)

http://w3.puertos.es/export/download/ROM_PDFs/ROM3199PARTE_5.pdf
(08-02-2012)